

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Marcel Müller**

**Ein Systemvergleich von HD-  
fähigen Spiegelreflexkameras  
mit Single Large Sensor Cam-  
cordern unter Berücksichti-  
gung der Ansprüche eines  
professionellen HD-Workflows**

**2012**

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Ein Systemvergleich von HD-fähigen Spiegelreflexkameras mit Single Large Sensor Camcordern unter Berücksichtigung der Ansprüche eines professionellen HD-Workflows**

Autor:  
**Marcel Müller**

Studiengang:  
**Film und Fernsehen**

Seminargruppe:  
**FF08W**

Erstprüfer:  
**Prof. Rainer Zschockelt**

Zweitprüfer:  
**Dipl. Kameramann Michael Schaufert**

Einreichung:  
Prisdorf, 20. Juli 2012

# **BACHELOR THESIS**

---

## **A system comparison between HD-capable single lens reflex cameras and single large sensor camcorders under special consideration of a professional HD-workflow**

author:

**Mr. Marcel Müller**

course of studies:

**Film and Television**

seminar group:

**FF08W**

first examiner:

**Prof. Rainer Zschockelt**

second examiner:

**Dipl. Kameramann Michael Schaufert**

submission:

Prisdorf, 20 July 2012

---

## **Bibliografische Angaben**

Müller, Marcel

Ein Systemvergleich von HD-fähigen Spiegelreflexkameras mit Single Large Sensor Camcordern unter Berücksichtigung der Ansprüche eines professionellen HD-Workflows

A system comparison between HD-capable single lens reflex cameras and single large sensor camcorders under special consideration of a professional HD-workflow

63 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,  
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2012

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Technische Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Der Sensor.....	3
2.1.1 CCD.....	5
2.1.2 CMOS.....	5
2.2 Aliasing und Moiré .....	6
2.3 Belichtung .....	9
2.4 Kontrastumfang .....	10
2.5 Ausgangssignal .....	11
2.5.1 Auflösung .....	11
2.5.2 Abtastverfahren .....	13
2.5.3 Frames per Second .....	14
2.5.4 Farbabtastung .....	14
2.6 Optik Wechselverschlüsse.....	16
2.6.1 Der PL-Anschluss.....	16
2.6.2 Der Canon EF-Anschluss .....	16
2.7 Zubehör .....	17
2.7.1 Mattebox.....	17
2.7.2 Follow Focus .....	17
2.7.3 Monitoring.....	18
2.7.4 Ton .....	19
<b>3 Filmaufnahmen mit digitalen Spiegelreflexkameras .....</b>	<b>20</b>
3.1 HD-fähige Spiegelreflexkameras .....	20
3.1.1 Entwicklung der HD-fähigen DSLR-Kameras.....	20
3.1.2 Canon EOS 5D Mark III.....	23
<b>4 Filmaufnahmen mit Single Large Sensor Camcordern .....</b>	<b>25</b>
4.1 Überblick Single Large Sensor Camcorder .....	25
4.1.1 Entwicklung der Single Large Sensor Camcorder.....	25
4.1.2 Sony PMW-F3 .....	27

---

<b>5</b>	<b>Praktische Untersuchungen und Testverfahren .....</b>	<b>30</b>
5.1	Equipment und Testumstände .....	30
5.2	Bestimmung der ISO Werte .....	32
5.3	Kontrastumfang .....	34
5.4	Auflösung .....	36
5.5	Aliasing, Moiré und Rolling Shutter .....	40
<b>6</b>	<b>Workflow in einem Medienunternehmen .....</b>	<b>47</b>
6.1	Zubehör: Kompatibilität mit DSLR-Kameras/SLS Camcordern .....	47
6.1.1	Canon EOS 5D Mark III .....	47
6.1.2	Sony PMW F-3 .....	49
6.2	Workflow in der Postproduktion .....	51
6.2.1	Dateiformate und Kompressionen .....	51
6.2.2	Schnitt, Color Correction und Color Grading .....	52
6.2.3	Auswertung für verschiedene Medien .....	53
<b>7</b>	<b>Einsatzgebiete .....</b>	<b>55</b>
7.1	HD-fähige Spiegelreflexkameras .....	55
7.1.1	Gründe für den Einsatz HD-fähiger Spiegelreflexkameras .....	55
7.1.2	Gründe gegen den Einsatz HD-fähiger Spiegelreflexkameras .....	57
7.2	Single Large Sensor Camcorder .....	59
7.2.1	Gründe für den Einsatz von Single Large Sensor Camcordern .....	59
7.2.2	Gründe gegen Einsatz von Single Large Sensor Camcordern .....	61
<b>8</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>62</b>
	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>XI</b>
	<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>	<b>XVIII</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AVCHD	Advanced Video Codec High Definition
AVI	Audio Video Interleave
BPM	Beats Per Minute
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductors
CCD	Charge Coupled Device
DSLR	Digital Single Lens Reflex
EF	Elektronischer Fokus
FPS	Frames per Second
HDDSLR	High Definition Digital Single Reflex
ISO	International Standard Organisation
LCD	Liquid Crystal Display
MPEG	Moving Pictures Experts Group
ND	Neutrale Dichte
PL	Positive Lock
ROI	Region of Intrest
SCXC	Secure Digital Extended Capacity
SDHC	Secure Digital High Capacity
SD	Secure Digital
SLS	Single Large Sensor
VDSLR	Video Digital Single Lens Reflex

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bayer-Pattern .....	3
Abbildung 2: Dichroitischer Spiegel .....	4
Abbildung 3: Sensorgrößen .....	4
Abbildung 4: Testchart 1 .....	7
Abbildung 5: Testchart 2 .....	8
Abbildung 6: Moiré .....	8
Abbildung 7: Übersicht Auflösungen .....	12
Abbildung 8: Chroma Subsampling .....	15
Abbildung 9: Canon HDDSLR mit Zubehör .....	19
Abbildung 10: Sekonic L-758 Cine .....	30
Abbildung 11: Zeiss Compact Prime CP.2, 21mm F.2.9 .....	30
Abbildung 12: Leader LV5330 Monitor .....	31
Abbildung 13: Illumierte Helligkeitsskala von DSC-Labs .....	35
Abbildung 14: Kontrastumfangsbestimmung am Waveform-Monitor .....	35
Abbildung 15: Auflösung Canon EOS 5D Mark III .....	37
Abbildung 16: Auflösung Sony PMW-F3.....	37
Abbildung 17: Auflösung Canon EOS 5D Mark III 400% .....	38
Abbildung 18: Auflösung Sony PMW-F3 400% .....	38
Abbildung 19: Rolling Shutter Canon EOS 5D Mark III.....	41
Abbildung 20: Rolling Shutter Sony PMW-F3 .....	41
Abbildung 21: Aliasing Canon EOS 5D Mark III 400% .....	43
Abbildung 22: Aliasing Sony PMW-F3 400% .....	43
Abbildung 23: Canon EOS 5D Moiré Ausschnitt 1.....	44
Abbildung 24: Sony PMW-F3 Moiré Ausschnitt 1 .....	44
Abbildung 25: Canon EOS 5D Mark III Moiré Ausschnitt 2.....	45
Abbildung 26: Sony PMW-F3 Moiré Ausschnitt 2 .....	45
Abbildung 27: Canon EOS 5D Mark III Moiré Ausschnitt 3.....	46
Abbildung 28: Sony PMW-F3 Moiré Ausschnitt 3 .....	46
Abbildung 29: Shane Hurlbut (links) am Set von "Act of Valor" .....	56



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufzeichnungsformate Sony PMW F3 .....	28
Tabelle 2: Sony PMW F3 ISO Werte .....	32
Tabelle 3: ISO Werte Canon 5D Mark II und Sony PMW F3 .....	33
Tabelle 4: Kontrastumfang Sony PMW-F3 & Canon EOS 5D Mark II .....	34
Tabelle 5: Kameraeinstellungen Auflösungstest.....	36
Tabelle 6: Kameraeinstellungen Rolling Shutter Test.....	40
Tabelle 7: Kameraeinstellungen Aliasing und Moiré Test.....	42

# 1 Einleitung

„Weil es technisch unmöglich ist“ lautete lange Jahre die Antwort auf die Frage, warum man mit Spiegelreflexkameras keine Videos drehen kann. Spiegelreflexkameras haben im Gegensatz zu Videokameras einen größeren Sensor, der viel gestalterische Möglichkeiten aufgrund der geringen Tiefenunschärfe ermöglicht. Es dauerte bis 2008, dass Nikon als erster Hersteller weltweit eine Spiegelreflexkamera mit HD-Filmmodus auf den Markt brachte. Die D90 war in der Lage Videos in hoher Qualität mit einer Tiefenschärfe aufzunehmen, die man bis dahin nur von hochwertigen digitalen Filmkameras gewohnt war. Neben der anfänglichen Begeisterung fielen aber schnell die Limitierungen im Filmmodus auf. Kaum manuelle Einstellmöglichkeiten und Aufnahmen mit einem Maximum von 1280 x 720 Pixel waren für viele Filmemacher ein Ausschlusskriterium. Den Durchbruch erlangten die HDDSLR-Kameras Ende 2008 mit der Canon EOS 5D Mark II. Im Gegensatz zu Nikon ermöglichte Canon seinen Benutzern einen manuellen Filmmodus und Full HD Aufnahmen im Raster 1920 x 1080p. Schlagartig verbreiteten sich die ersten Kurzfilme im Internet, die Filmemacher wie auch Filmkonsumenten gleichermaßen begeisterten. Mittlerweile haben fast alle Hersteller digitaler Spiegelreflexkameras mehrere Modelle mit integriertem Filmmodus in ihr Sortiment aufgenommen und ein Rückgang dieses Trends ist nicht abzusehen.

In der Geschichte der Videotechnik gab es schon immer den Wunsch, Merkmale analoger Filmkameras zu adaptieren. Zu den wichtigsten zählen hierbei die Auflösung und die Größe des Bildfensters bzw. des Sensors. Nur über einen ausreichend großen Sensor wird es möglich, den für szenisches Arbeiten interessanten Effekt der geringen Tiefenschärfe zu produzieren.

Der Erfolg der HD-fähigen Spiegelreflexkameras ist hauptsächlich auf die cineastisch anmutenden Bilder zurückzuführen. Über Jahre haben Filmemacher und Zubehörhersteller nach Wegen gesucht, die von 16mm und speziell 35mm Film gewohnte Tiefenunschärfe in Kameras mit kleinen Bildwandern realisierbar zu machen. Bis vor einigen Jahren waren zum Beispiel sogenannte 35mm Adapter eine verbreitete Technik. Diese Adapter wurden zwischen eine herkömmliche Videokamera und ein 35mm Filmobjektiv geschraubt. Das durch die Optik fallende Bild wurde auf eine sich drehende Scheibe projiziert und von der Videokamera abgefilmt. Die Ergebnisse waren annehmbar und die Technik weit verbreitet. Zu den Einschränkungen zählten aber Schärfeprobleme und ein Lichtverlust von mindestens einer Blende.

Die Technik der 35mm Adapter wurde schnell verdrängt, als auch die Hersteller von klassischen Camcordern, als Antwort auf die HDDSLR-Kameras, damit anfangen, immer größere Sensoren in ihre Kameras zu verbauen. Durch die Vergrößerung und Angleichung ihrer Sensoren an die Größe derer aus Spiegelreflexkameras, ist es nun auch möglich im Consumer und Prosumer Markt Kameras mit Sensoren in der Größe von Super 35mm Film zu finden

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die Eigenheiten und Limitierungen der beiden Techniken aufzuzeigen. Gibt es grundlegende Unterschiede der beiden Systeme? Zeigen die Sensoren Anfälligkeit für Bildfehler bei Aufnahmen von feinen Details und was braucht es an Zubehör um sie für einen professionellen Dreh vorzubereiten? In der folgenden Arbeit wird anhand eines praktischen Vergleichs je eine Spiegelreflexkamera mit HD-Filmmodus und einen Single Large Sensor Camcorder untersucht und diese anhand der Ergebnisse verglichen. Sind HD-fähige Spiegelreflexkameras die Revolution im digitalen Filmmarkt oder haben Single Large Sensor Camcorder doch entscheidende Vorteile?

## 2 Technische Grundlagen

### 2.1 Der Sensor

Der Kern einer jeden digitalen Videokamera ist der Sensor. Er setzt sich entweder aus einem oder drei Halbleiterchips zusammen, die mit einer Matrix aus lichtempfindlichen Zellen versehen sind. Die Aufgabe des Sensors ist es, das durch das Objektiv einfallende Licht in elektrische Signale umzuwandeln. Der Sensor ist mit seinen lichtempfindlichen Zellen nur in der Lage Unterschiede in der Intensität des Lichtes (Luminanz) wahrzunehmen und liefert deshalb ein schwarz-weiß Bild.

Um ein Farbbild auszulesen, muss das Licht in die Grundfarben Rot, Grün oder Blau aufgeteilt und separiert zum Sensor gelangen. Bei Kameras mit drei Sensoren geschieht dies mit Hilfe eines dichroitischen Spiegels. Dieser spaltet mit Hilfe von Prismen das einfallende Licht in seine Spektralanteile und sorgt dafür, dass jeweils nur die Anteile einer Grundfarbe auf einen der drei Sensoren treffen. Bei Kameras mit nur einem Sensor kommen Mosaikfilter zum Einsatz, bei denen auf jeder lichtempfindlichen Zelle (Pixel) ein Filter für einen bestimmten Farbanteil angebracht ist. Das am häufigsten verwendete Muster ist hier das Bayern-Pattern mit Filtern für Rot, Grün und Blau<sup>1</sup>. Jeder Pixel ist also nur in der Lage, eine bestimmte Grundfarbe zu erkennen. Die Informationen der beiden fehlenden Farbanteile werden durch Interpolation ermittelt. Hierbei berechnet die Kamera aufgrund der Farb-Helligkeitswerte der umliegenden Pixel die fehlenden Informationen.

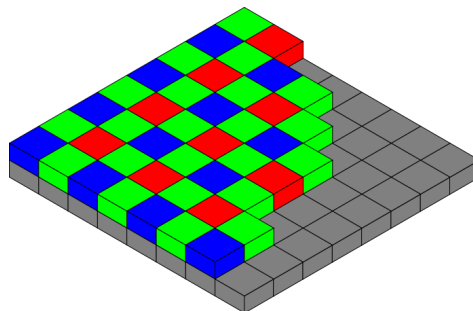
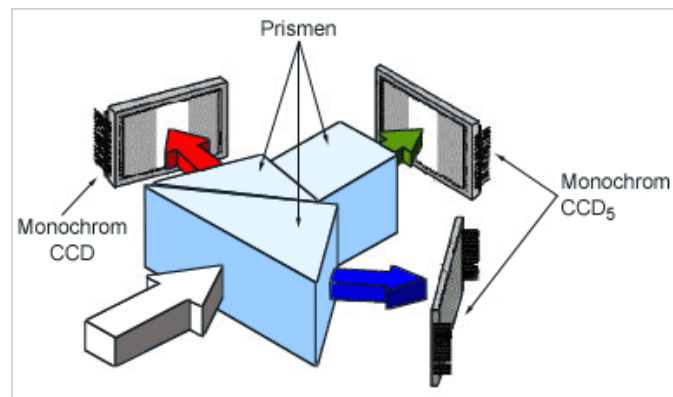


Abbildung 1: Bayer-Pattern <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Vgl. Schmidt, 2009, S.376 ff.

<sup>2</sup> Galt, 2010

Abbildung 2: Dichroitischer Spiegel<sup>3</sup>

Kamerasensoren gibt es in vielen unterschiedlichen Größen. Bis vor ein paar Jahren waren 1/4, 1/2 oder 2/3 Zoll Sensoren weit verbreitet. Mit dem Trend zu immer größeren Sensoren haben sich weitere Sensorabmessungen auf dem Markt etabliert. Abbildung 3 zeigt eine Übersicht der derzeit gängigsten Bildwandler Größen.

Sensor Size Comparison Chart							
Type	1/3"	1/2"	2/3"	4/3"	APS-C	Super35	35mm Full Frame
sensor w x h	4.8 x 3.6mm	6.4 x 4.8mm	8.8 x 6.6mm	17.8 x 10mm	22.2 x 14.8mm	24.89 x 18.66mm	36 x 24mm
sensor diagonal	6mm	8mm	11mm	20.41mm	26.7mm	31.1mm	43.3mm
sensor area	17.3mm	30.7mm	58.1mm	178mm	329mm	464.44mm	864mm
crop factor	7.21	5.41	3.93	2	1.62	1.39	1
Applicable Cameras			Panasonic AG-AF101	Canon EOS 7D	Canon EOS 60D	Arri Alexa	Canon EOS 5D MkII
				Canon EOS 50D	Sony PMW-F3	Sony SRW-9000PL	Nikon DS3
				Sony NEX-VG10E	Sony FS100		

Abbildung 3: Sensorgrößen<sup>4</sup><sup>3</sup> Zeiss, o.J. (ca. 2006)<sup>4</sup> CVP, 2010

### 2.1.1 CCD

CCD (Charged Coupled Device) Sensoren bestehen aus einer Anordnung lichtempfindlicher Fotozellen, welche das einfallende Licht in eine elektrische Spannung umwandeln. Das Verhältnis von einfallendem Licht zur gewonnenen Spannung ist hierbei proportional. Mit Hilfe eines Analog-Digital Wandlers werden die aus dem CCD Sensor ausgegebenen Spannungen in ein digitales Signal umgewandelt, aus dem sich ein Bild erstellen lässt.

Es gibt unterschiedliche Arten von CCD Sensoren, alle haben jedoch die Gemeinsamkeit, dass die Ladung sequenziell, Zeile für Zeile ausgelesen wird. Dieser Ausleseprozess wird auch als Eimerkettenspeicher bezeichnet. Die elektrische Ladung wird in einem CCD Sensor, wie Wasser in einer Eimerkette, von einer Speicherzelle zur nächsten transportiert. Dieses Prinzip birgt Gefahren von Bildfehlern wie dem Blooming, bei dem es durch Überbelichtung einzelner Bereiche des CCD in Kombination mit dem zeilenweisen Abtransport zur Übertragung des Ladungsüberschusses auf benachbarte Pixel kommt. Daraus resultierend breiten sich überbelichtete Stellen auf dem Sensor auf korrekt belichtete Bereiche aus<sup>5</sup>.

### 2.1.2 CMOS

CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) Sensoren bestehen ebenfalls aus einer Aneinanderreihung von lichtempfindlichen Fotozellen. Anders als bei einem CCD Sensor sind die lichtempfindlichen Fotozellen eines CMOS Sensors jeweils von mehreren Transistoren umgeben, die eine Verstärkung, Ableitung und Wandlung des analogen in ein digitales Signal ermöglichen. Die Fotozellen sind innerhalb einer hochintegrierten Schaltung angeordnet. Durch diese Technik ist es möglich, einzelne Ladungen direkt auszulesen, so dass diese nicht durch den gesamten Sensor geführt werden müssen. Es ist so beispielsweise möglich, nur einen bestimmten Bereich des Sensors auszulesen, die „Region of Interest“. Die verkürzten Leiterwege im inneren eines CMOS Sensors ermöglichen höhere Bildfrequenzen als sie mit einem CCD Sensor erreicht werden können. Die direkte Signalverarbeitung innerhalb des Sensors führt zudem dazu, dass CMOS Sensoren, im Vergleich zu CCD Sensoren, einen geringen Stromverbrauch aufweisen.

---

<sup>5</sup> Vgl. Schmidt, 2008, S. 128 ff.

Ein weiterer Vorteil der CMOS Technologie ist der weitaus höhere erreichbare Szenenkontrast. Ist man von CCD Sensoren Werte im Bereich von 60 dB gewohnt, so ist es möglich mit CMOS Sensoren Kontraste von über 90 dB zu erreichen<sup>6</sup>.

Fast alle heutzutage verwendeten CMOS Sensoren arbeiten nach dem Rolling Shutter Prinzip. Der Sensor wird zeilenweise von oben nach unten ausgelesen. Dies hat zur Folge, dass es beim Auslesen der Zeilen zu einem zeitlichen Versatz kommt. In Folge erscheinen vertikale Linien in bestimmten Aufnahmesituationen, oftmals bei horizontalen Schwenks, schief. Bei den meisten Camcordern wird der Rolling Shutter Effekt zu einem bestimmten Grad intern kompensiert. Eine spezielle Software vergleicht die aufgenommen Bilder miteinander und korrigiert, im Falle von Abweichungen, einzelne Frames um dem Effekt entgegenzuwirken.

Zwar gibt es CMOS Sensoren die mit einem Global Shutter arbeiten<sup>7</sup>, die Helligkeitsinformationen also komplett für den ganzen Sensor auf einmal auslesen, allerdings finden diese keinen Gebrauch in den für diese Arbeit relevanten Kameramodellen.

## 2.2 Aliasing und Moiré

Aliasing beschreibt ein Phänomen das auftritt, wenn ein beliebiges System eine Gegebenheit nicht korrekt reproduzieren kann. Aliasing kommt unter anderem bei Audio- und Bewegte Bild-Aufnahmen vor. Es tritt immer dann auf, wenn eine Gegebenheit fehlerhaft verarbeitet und als vermeintlich richtige Informationen gespeichert und wiedergegeben wird. Im Folgenden werden die häufigsten Formen von Aliasing im Videobereich aufgeführt.

Aliasing ist grundsätzlich nicht auf die digitalen Kameras der letzten Jahre beschränkt. Schon früh konnte man in Filmen einen interessanten Bildfehler feststellen, den man als Mutter der Aliasing Bildfehler ansehen könnte. In Filmen des Genres Western ist häufig folgendes Phänomen zu beobachten: Eine Kutsche fährt durchs Bild und die Räder scheinen sich nicht in Fahrtrichtung sondern entgegengesetzt zu drehen. Häufig drehen sie sich auch anfangs in die richtige Richtung, bleiben dann scheinbar stehen, um sich kurz darauf in entgegengesetzter Richtung zu wenden.

---

<sup>6</sup> Vgl. Schmidt, 2009, S.370 f.

<sup>7</sup> Vgl. Professional Production, 2012

Dieser Effekt wird als Aliasing bezeichnet. Grund ist die relativ geringe Abtastrate von 24 fps im Zusammenspiel mit der hohen Geschwindigkeit des sich drehenden Rades, welche in einer nicht korrekten Abbildung der Wirklichkeit im fertigen Film resultiert. Die Kamera versagt beim Versuch die Wirklichkeit zu interpretieren und korrekt wiederzugeben.<sup>8</sup>

Eine weitere Auswirkung von Aliasing wird bei Betrachtung einer Aufnahme eines Testcharts zur Ermittlung der Kameraauflösung deutlich. Abbildung 3 zeigt einen Testchart, wie er im optimalen Falle wiedergegeben werden sollte. Eine korrekte Wiedergabe der feinen Linien ist bis zu einer Auflösung von 2000 Linienpaaren möglich. Aufgenommen wurde dieses Bild mit einer hochauflösenden Fotokamera.

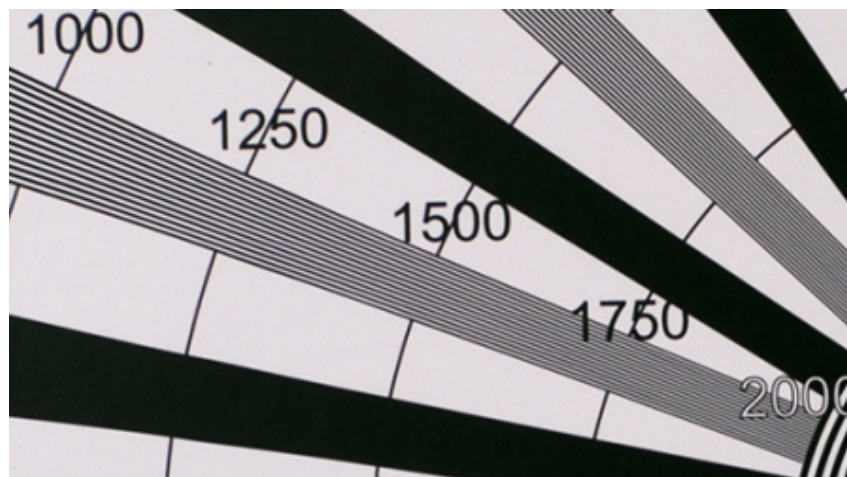


Abbildung 4: Testchart 1<sup>9</sup>

Abbildung 5 zeigt den gleichen Testchart, aufgenommen mit einer digitalen Spiegelreflexkamera im Videomodus bei 25 fps und einer Auflösung von 1920x1080 Pixel<sup>10</sup>. Deutlich zu erkennen ist, dass die Auflösung der Kamera nur bei 600 Linienpaaren liegt. Ab 700 Linienpaaren sind die Linien zu fein, um von dem Sensor korrekt aufgezeichnet und verarbeitet zu werden. Es entstehen Bildfehler, falsche Informationen, die dazu führen, dass horizontale Linien im ausgegebenen Bild teilweise vertikal verlaufen.

---

<sup>8</sup> Vgl. Green, Barry, o.J. (ca. 2012a)

<sup>9</sup> ebd.

<sup>10</sup> Vgl. ebd.



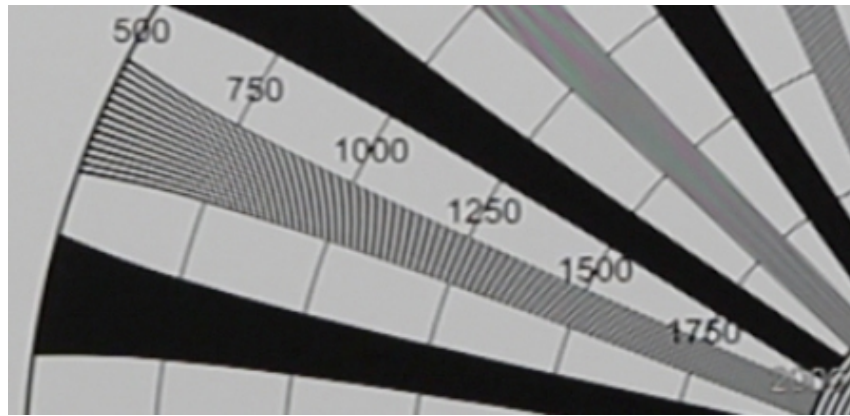
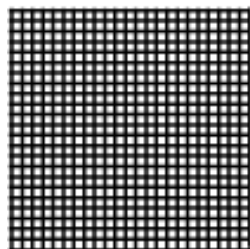


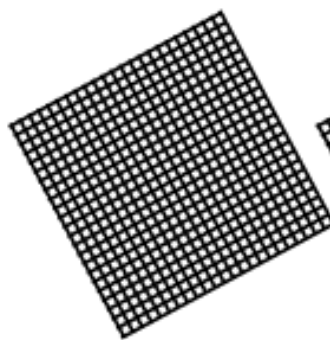
Abbildung 5: Testchart 2 <sup>11</sup>

Eine besondere Form des Aliasing ist das Moiré. Dieses kann überall dort entstehen, wo feine Muster oder Raste in einem gegeneinander verschobenen Winkel übereinander liegen und sich gegenseitig beeinflussen. Durch die Verschiebung gegeneinander, entstehen neue Muster, die so in keinem der Raster vorhanden sind. Üblicherweise entstehen dabei geschwungene, runde und teilweise wellenförmige neue Muster aber auch farbige Übergänge an Kanten und Übergängen von Schwarz zu Weiß.

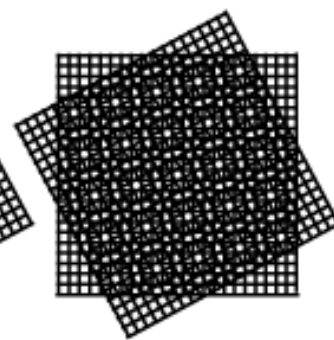
Wie Moiré entsteht:



Muster 1



Muster 2



Muster 1 + 2 = Moiré

Abbildung 6: Moiré <sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Green, Barry, o.J. (ca. 2012a)

<sup>12</sup> Nikon Europe B.V., 2004

Moiré tritt immer dann am stärksten auf, wenn die gegeneinander verschobene Linien sich in breite und Abstand ähneln oder sogar identisch sind. Bei der Aufnahme mit einer digitalen Videokamera kommt der Sensor als weiteres feines Raster hinzu. Filmt man mit einer digitalen Videokamera ein feines Muster, beispielsweise ein Gitter oder eine Steinmauer, so kommt es zu störendem Flimmern an den Stellen, an denen sie die Raster des Sensors und die des Aufnahmeobjektes überschneiden.

## 2.3 Belichtung

Belichtung bezeichnet die Menge an Licht, die durch das Objektiv auf einen Sensor fällt und von diesem aufgenommen wird. Die Belichtung setzt sich aus mehreren Faktoren zusammen. Diese sind: Blende, Belichtungszeit und Empfindlichkeit.

### Blende

Die Blende ist eine im Durchmesser verstellbare Öffnung am hinteren Ende des Objektivs und dient zur direkten Manipulation der einfallenden Lichtmenge. Kennzahl für ein Objektiv ist die Lichtstärke, das Verhältnis von größtem Objektivdurchmesser zur Brennweite. Dieses Verhältnis wird als Blendenzahl, Blendenwert oder  $f$ , F-Stop beziehungsweise T-Stop bezeichnet. Die Blendenwerte sind in Stufen angegeben: <sup>13</sup>

**1,4    2    2,8    4    5,6    8    11    16    22**

Bei aufsteigender Blendenzahl halbiert sich die einfallende Lichtmenge zu der vorangegangenen Blendenzahl. Die Blendenöffnung steht im direkten Zusammenhang mit der Tiefenunschärfe und erhöht bzw. verringert diese. Je größer die Blende, umso geringer ist die Tiefenunschärfe und umgekehrt.

### Belichtungszeit

Die zweite entscheidende Variabel für die Belichtung eines Kamerasensors ist die Belichtungszeit, auch Verschlusszeit oder Shutter-Geschwindigkeit genannt. Diese beschreibt die Zeitdauer, in welcher der Sensor dem durch das Objektiv einfallende Licht ausgesetzt ist. Die Belichtungszeit wird in Sekunden bzw. in Bruchteilen einer Sekunde gemessen. Je kürzer die Belichtungszeit, umso kürzer wird der Sensor belichtet und umgekehrt.

---

<sup>13</sup> Vgl. Schmidt, 2008, S. 55

Um bei Videokameras eine aus dem Kino abgeleitete Sehgewohnheit der Bewegungsdarstellungen zu erlangen, empfiehlt es sich einen der Framezahl halbierten Kehrwert als Belichtungszeit zu verwenden. Bei 25 fps entspricht dies einer Belichtungszeit von 1/50 Sekunde.

### **Empfindlichkeit**

Der dritte Parameter der bei der Belichtung eine Rolle spielt, ist die Empfindlichkeit des Sensors. Wie die Empfindlichkeit von analogem Film wird auch die des Bildwandlers heutzutage in ISO angegeben. Aktuelle Kameras verfügen in der Regel über anwählbare ISO Werte zwischen 100 und 1600. Zu beachten ist, dass der Sensor auf eine bestimmte Empfindlichkeit ausgelegt ist. Wird eine niedrigere oder höhere ISO Empfindlichkeit ausgewählt, so findet eine Reduzierung bzw. Verstärkung der nativen Empfindlichkeit statt. Dies kann zu erhöhtem Bildrauschen führen. Die native Empfindlichkeit eines Sensors ist von der Größe der einzelnen Fotodioden abhängig.

## **2.4 Kontrastumfang**

„Die Retina des menschlichen Auges ist im Gegensatz zum Film fähig, sich sowohl einem großem Spektrum von Helligkeiten anzupassen, als auch zwei nahe beieinanderliegende Helligkeitswerte differenzieren zu können. In beider Hinsicht ist Film ein beschränktes Medium.“<sup>14</sup>

Als Kontrastumfang oder Dynamikbereich bezeichnet man die Abstufungen zwischen dem aufzeichnungsbaeren Maximum und Minimum an Helligkeit. Die Abstufungen werden in Blenden gemessen und entsprechen der doppelten Menge an einfallendem Licht. Ein Kontrastumfang von beispielweise 11 Blenden entspricht einem 2048 mal intensiverem Lichteinfall an der hellsten Stelle auf den Sensor im Vergleich zur dunkelsten Stelle. Lange war analoges Filmmaterial den digitalen Sensoren in Sachen Kontrastumfang überlegen. Wird Film in der Regel 12 bis 13 Blenden zugeschrieben, so haben bis vor ein paar Jahren durchschnittliche digitale Kameras höchstens 8 Blenden aufgezeichnet. Der Kontrastumfang einer Kamera steht im direkten Zusammenhang mit der minimalen und maximalen Füllmenge jeder einzelnen Fotozelle des Sensors<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Monaco, 2006, S. 116

<sup>15</sup> Vgl. Schmidt, 2009, S. 372

Der Dynamikbereich ist somit zu der Größe der Fotozellen proportional. Dementsprechend stieg der Kontrastumfang der Kameras mit großen Sensoren in den letzten Jahren an, sodass manche Modelle heute gleiche Helligkeitsunterschiede wie analoges Filmmaterial reproduzieren können. Zu beachten ist hier, dass die Größe der Fotozellen auf einem Sensor von ihrer Anzahl bestimmt wird. Ein Sensor mit 5 MP verfügt über einen größeren Kontrastumfang als ein gleichgroßer Sensor mit 10 MP. Wenn das aufzunehmende Motiv einen größeren Unterschied zwischen den hellsten und dunkelsten Stellen aufweist als der Sensor verarbeiten kann, kommt es zu Informationsverlust. Dieser wird durch „überstrahlen“ oder „absaufen“ in der Aufzeichnung sichtbar. „Absaufen“ bedeutet, dass gewisse Stellen zu dunkel sind, um innerhalb des Dynamikbereichs aufgezeichnet zu werden. Es entstehen schwarze Flächen ohne Zeichnung und Details. Das gleiche geschieht beim „überstrahlen“ an Stellen die für den Dynamikbereich zu hell sind, diese werden zu weißen detaillosen Flächen.

## 2.5 Ausgangssignal

Das Ausgangssignal einer Kamera beschreibt die Qualität des erzeugten Videobildes. Es setzt sich aus mehreren Faktoren zusammen, welche in diesem Kapitel beschrieben werden.

Neben der internen Aufzeichnung des Ausgangssignals verfügen einige Kameras über die Möglichkeit, das generierte Signal über digitale Ausgänge an externe Rekorder zu übermitteln. Häufig lassen sich so hochwertigere Signale aufzeichnen die eine geringere Kompression aufweisen. Zu beachten ist hierbei die Anforderung an die Kamera, ein „Cleanes“-Signal auszugeben. Dies bedeutet, dass keinerlei Status-Informationen der Kamera über das Ausgangsbild gelegt sind.

### 2.5.1 Auflösung

Anders als bei analogem Filmmaterial, welches mit unregelmäßig angeordneten Filmkörnern beschichtet ist, ist es bei digitalem Video möglich die Auflösung zu bestimmen. Die Pixel des Digitalbildes sind rasterförmig angeordnet und konstant in ihrer Größe. Bei HD-Video ist das Seitenverhältnis von 16:9 (1,78:1) mit 1920 x 1080 oder 1280 x 720 Pixeln heute Standard. Die Auflösung wird durch die Anzahl der Zeilen bezeichnet (1080, 720).

„In der digitalen Filmtechnik haben sich "K"-Angaben (von Kilo, also 1000) für die Auflösung durchgesetzt: 2K, 4K, 6K und so weiter. Der Zahlenwert bezieht sich - anders als bei Heimkino-Angaben wie 720p oder 1080p - nicht auf die Anzahl der Bildpunkte in vertikaler, sondern in horizontaler Richtung, also circa 2000 Pixel bei 2K und 4000 bei 4K. 2K unterscheidet sich also zumindest bezüglich der Auflösung nicht sonderlich stark von der derzeit höchsten Fernsehauflösung (1920 x 1080).“<sup>16</sup>

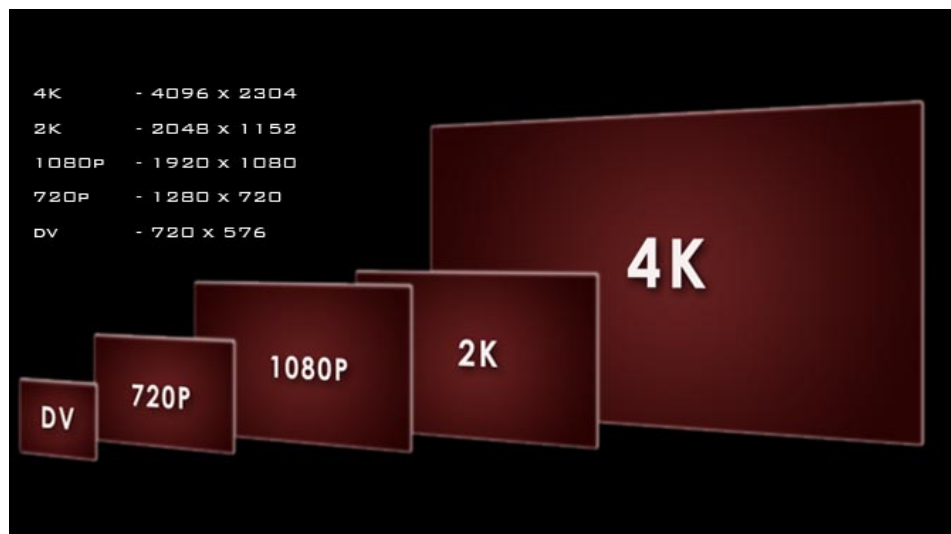


Abbildung 7: Übersicht Auflösungen<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Janssen, o.J. (ca. 2006)

<sup>17</sup> Geektyrant, 2010

## 2.5.2 Abtastverfahren

Es lassen sich grundsätzlich zwei unterschiedliche Abtastverfahren unterscheiden. Diese sind das progressive und das interlaced Verfahren. Einige Kameras sind in der Lage sowohl Interlaced- als auch Progressiv-Signale aufzuzeichnen bzw. auszugeben.

### Progressiv

Bei dem Progressiv-Verfahren wird das vom Sensor aufgenommen Bild komplett in einem einzigen Durchlauf, zeilenweise von oben nach unten, ausgelesen. Es entstehen sogenannte Vollbilder. Die Methode bietet die höchstmögliche Auflösung für jedes Einzelbild und ist mit der Bildaufnahme mit analogem Filmmaterial vergleichbar. Soll das Videomaterial in der Nachbearbeitung durch Effekte oder Color-Keying bearbeitet werden, ist eine Aufnahme im Progressiv-Verfahren zu empfehlen. Bei schnellen Bewegungen des aufzunehmenden Objektes kann es bei Progressiven Aufnahmen mit 25 fps zu einer Art Stottern im Bild kommen.<sup>18</sup> Diesem Effekt kann durch die Erhöhung der Frame rate entgegengewirkt werden.

Progressives Material ist durch den Buchstaben p hinter der Formatangabe gekennzeichnet. Übliche Schreibweisen sind 1080p für HD-Videomaterial im Format 1920 x 1080 mit progressiver Abtastung. 25p bedeutet es liegt ein Material mit einer Framezahl von 25 progressiven Bildern pro Sekunde vor. 720/25p bedeutet HD-Videomaterial mit einer Auflösung von 1280 x 720 und 25 Vollbildern.

### Interlaced

Bei der Interlaced-Abtastung (zu deutsch: Zeilensprungverfahren) werden nach der Belichtung zwei Halbbilder vom Sensor ausgelesen, die zusammen ein Vollbild ergeben. Im ersten Ausleseschritt werden die ungeraden Zeilen verwendet, im zweiten die geraden. Beide Halbbilder werden um 1/50 Sekunde versetzt ausgelesen. Vorteil der Interlaced Technik, ist die genauere Bewegungsdarstellung mit verminderter Bewegungsunschärfe. Im Vergleich mit progressiven Aufnahmen bleibt die Datenrate gleich, da jedes Halbbild nur den halben Datenstrom liefert. Die verminderte Auflösung jedes Halbbildes macht Interlaced-Material für aufwendige Postproduktionsschritte unbrauchbar.

---

<sup>18</sup> Medienbildungsgesellschaft Babelsberg, 2009, S. 15

Durch die Methode des De-Interlacing lassen sich zwei Halbbilder im Nachhinein zu Vollbildern zusammenfügen um so ein Progressives Material zu erhalten, allerdings treten häufig Artefakt und andere Aliasing Probleme auf. Interlaced Material ist durch den Buchstaben i gekennzeichnet. Material mit der Bezeichnung 720/25i besteht aus 25 Bildern, d.h. 50 Halbbildern pro Sekunde, in einer Auflösung von 1280 x 720.

### 2.5.3 Frames per Second

Der Begriff „Frames per Second“ gibt Aufschluss über die Bildwechselfrequenz beziehungsweise die aufgenommenen Vollbilder pro Sekunde. Eine ausreichend hohe Anzahl von Bildern pro Sekunde macht es dem Betrachter erst möglich, die fortlaufenden Einzelbilder als Bildfolge und so als Bewegt Bild wahrzunehmen.<sup>19</sup> Die bestehenden HD-Normen erlauben Signale mit Bildwechselfrequenzen von 23.976, 24, 25, 29.97, 30, 50, 59.94 und 60 fps. Die Unterschiede der Bildwechselfrequenzen haben historische Gründe und lassen sich mit den unterschiedlichen Netzfrequenzen bestimmter Länder erklären: 50 Hz in Europa und 60 Hz in den Vereinigten Staaten von Amerika. Durch Erhöhung der Bildwechselfrequenzen lassen sich in der Nachbearbeitung eindrucksvolle Zeitlupenaufnahmen generieren. Viele der modernen digitalen Kameras lassen eine Auswahl verschiedener Bildwechselfrequenzen zu.

### 2.5.4 Farbabtastung

Es lassen sich grundsätzlich zwei verschiedene Farbsignale unterscheiden. Das RGB Signal und das YCrCb-Signal (auch YUV- oder Komponenten-Signal genannt). RGB steht für die Farbkomponenten Rot, Grün und Blau des analogen oder digitalen Signals.

Das RGB-Signal verfügt über die volle Farbauflösung bei einem Verhältnis der Abtastfrequenzen von 4:4:4. Dieses Verhältnis beschreibt die Abtastfrequenzen der Einzelnen Farbsignale R, G und B. Ein RGB Signal mit 4:4:4 Abtastung eignet sich aufgrund seiner hohen Bildqualität für aufwendige Postproduktion, erfordert aufgrund der großen Bandbreite aber viel Speicherplatz und moderne Übertragungswege.

Aus Kostengründen wird häufig auf das YCrCb-Signal zurückgegriffen. Es besteht aus einem Luminanz-Signal (Y) und den Chrominanz-Signalen (Cr und Cb), welche aus einem RGB Signal berechnet werden.

---

<sup>19</sup> Vgl. Monaco, 2006, S. 88 f.

Ein Komponentensignal arbeitet mit einer Abtastfrequenz von 4:2:2, wobei hier das Verhältnis des Luminanz-Signals Y und der Chrominanz-Signale Cr und Cb beschrieben wird. Bei einer Abtastfrequenz von 4:2:2 werden nur an jedem zweiten Pixel die Chrominanz-Informationen ausgelesen.

Das Luminanz-Signal hat somit die doppelte Bandbreite des Chrominanz-Signals. Dieses Verhältnis lässt sich auf die Wahrnehmung des menschlichen Auges übertragen, bei dem das Schärfeempfinden für Helligkeitssignale etwa doppelt so hoch ist wie für Farbsignale. Es weist im Vergleich zu einem RGB Signal eine niedrigere Datenrate auf und lässt sich für die Nachbearbeitung, mit leichten Einschränkungen, benutzen.

Wenn das YCrCb-Signal weiter komprimiert werden muss, wird mit einer Farbunterabtastung gearbeitet. Eine verbreitete Struktur ist 4:2:0. Bei dieser werden die Chrominanzwerte Cr und Cb jeweils aus zwei benachbarten Zeilen berechnet. Die Berechnung der Werte geschieht an jedem zweiten Punkt. Die weitere Reduktion der Datenmenge führt zu einer drastischen Reduzierung der Farbaufösung und der Verwendbarkeit für nachträgliche Bearbeitungsschritte.<sup>20</sup>

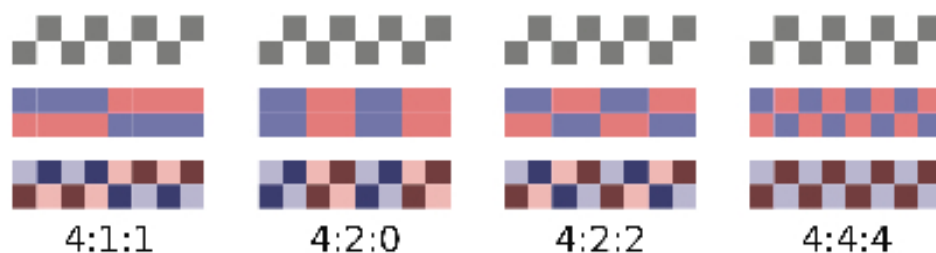


Abbildung 8: Chroma Subsampling<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Vgl. Medienbildungsgesellschaft Babelsberg, 2009, S. 22 ff.

<sup>21</sup> The Evergreen State College o.J. (ca. 2010)



## 2.6 Optik Wechselverschlüsse

Um bei Film- und Fotokameras nicht auf eine Optik begrenzt zu sein, haben professionelle Kameras einen Wechselverschluss (Bajonett) um Objektive auszutauschen. Im Folgenden werden zwei gängige und für diese Arbeit relevante Wechselverschlüsse vorgestellt.

### 2.6.1 Der PL-Anschluss

Ursprünglich in den 1980er Jahren von der Firma Arnold und Richter (ARRI) entwickelter Objektivananschluss für professionelle Film-Objektive, der sich als weltweiter Standard in diesem Bereich etabliert hat<sup>22</sup>. Der Anschluss ist sehr stabil und macht es möglich, schwere Objektive zu verwenden. Des Weiteren ermöglicht der PL-Mount es, das Objektiv in verschiedenen Winkeln anzubringen um die Bedienung und das Ablesen der Anzeigen in jeder Kameraposition zu ermöglichen. PL-Optiken gibt es für 16mm und 35mm Filmkameras. Sie weisen in der Regel eine sehr gute Verarbeitung sowie optische Qualität auf und ihre Schärfeskalen sind weit gestreckt. Im Zuge der Digitalisierung kommen immer mehr professionelle und semiprofessionelle digitale Kameras mit dem PL-Mount auf den Markt.

### 2.6.2 Der Canon EF-Anschluss

Der Canon EF-Anschluss ist der aktuellste Objektivananschluss aller Canon – EOS Kameras. Er wurde im Jahre 1987 eingeführt und löste den Canon FD-Mount ab. Neuerung war der namensgebende elektronische Fokus (EF). Die Informationsübertragung zwischen Kamera und Objektiv geschieht digital über Kontakte an Mount und Objektiv. Optiken mit diesem Anschluss sind weit verbreitet. Die für den automatischen Fokus optimierten Schärferringe der Foto-Objektive sind ein Nachteil für die Aufnahme von Videos. Ihre extrem kleinen Abstände von Nah- und Ferneinstellung machen ein genaues manuelles Ziehen der Schärfe sehr schwierig. Ein Großteil der heutzutage erhältlichen Foto-Optiken verschiedenster Hersteller lassen sich über Adapter an Kameras mit EF-Anschlüssen verwenden.

---

<sup>22</sup> Vgl. Luszkat, 2011, S. 25

## 2.7 Zubehör

Es hat sich über die Jahre, resultierend aus den hohen Kosten für Filmtechnik, ein modulares Zubehörsystem entwickelt. Je nach Anforderung des Drehs werden Kameras mit unterschiedlichem Zubehör ausgerüstet. Im folgenden werden essentielle Zubehörteile vorgestellt, welche bei einem Großteil von Produktionssituationen benötigt werden. Die Verwendungsmöglichkeiten des Zubehörs an den einzelnen Kamerasystemen werden in einem späteren Kapitel (6.1 Zubehör: Kompatibilität mit DSLR Kameras/SLS Camcordern ) aufbauend auf diesem untersucht.

### 2.7.1 Mattebox

Eine Mattebox, auch Kompendium genannt, ist eine Streulichtblende für Kameras. Sie verhindert, dass seitlich einfallendes Licht von der Optik aufgenommen werden kann. Optische Fehler wie beispielsweise Lens Flares, können durch ein Kompendium verhindert werden. Unter Zuhilfenahme von sogenannten French Flags kann das Kompendium erweitert werden um eine präzisere Abschattung von Streulicht zu gewährleisten. Um von hinten einfallendes Streulicht abzuschatten, werden bei Optiken, deren Durchmesser kleiner als die Öffnung des Kompendiums ist, sogenannte Donut-Ringe aufgesetzt.

Des Weiteren verfügen Matteboxen über Einschübe für Filterhalterungen. Diese ermöglichen die Benutzung von optischen Filtern wie zum Beispiel ND-Filter, welche zur Reduktion des einfallenden Lichtes dienen. Kompendien werden mit Filterhalterungen in den Größen 6 x 6 Zoll, 4 x 5,6 Zoll und 4 x 4 Zoll angeboten. Neben leichten Aufsteckvarianten werden die meisten Matteboxen über 15mm oder 19mm Stützrohre an einer Kameraadapterplatte angebracht.<sup>23</sup>

### 2.7.2 Follow Focus

Bei der Arbeit mit großformatigen Kameras ist die konstante Einhaltung der Schärfe ein wichtiges Thema. In Abhängigkeit der gewählten Brennweite und Blendenöffnung hat man hier zum Teil einen nur wenige Zentimeter großen Schärfebereich. Um die Schärfe bei sich bewegenden Objekten zu gewährleisten, muss durch direktes Mitziehen des Schärferringes der Fokus gehalten werden.

---

<sup>23</sup> Vgl. Allary Film, TV & Media, o.J. (ca. 2011)

Bei direkten Berührungen des Objektivs besteht die Gefahr von Erschütterungen, weshalb bei professionellen Drehs eine Schärfenzieheinrichtung, der Follow Focus, eingesetzt wird. Dieses Zubehör wird an den Stützrohren der Kamera angebracht und mit dem Schärferring des Objektivs verbunden. Über Zahnräder wird so die Drehbewegung des Schärferrades auf das Objektiv übertragen. Unter Zuhilfenahme von Markierscheiben lassen sich die Abstandspunkte des Objektivs übertragen und mehrere Marken können mit wasserlöslichen Stiften aufgemalt werden. Follow Focus sind auch als kabellose Funkvarianten erhältlich.

### 2.7.3 Monitoring

Während der Aufnahme wird oft eine Verteilung des Videosignals auf externe Monitore essentiell. In den meisten Fällen wird ein hochauflösender Monitor für den schärfeziehenden Kameraassistenten benötigt, da viele der Kameradisplays eine zu niedrige Auflösung besitzen, um die Beurteilung der Schärfe zu ermöglichen. Häufig wird ein weiteres Signal abgegriffen und dem Regisseur und/oder einem Kunden bereit zustellen. Zu diesem Zweck werden LCD Monitore in Größen zwischen 5 und 9 Zoll verwendet, die direkt auf der Kamera montiert werden können. Um eine Flexibilität zu ermöglichen, werden sie mit Hilfe von Gelenkarmen über  $\frac{1}{4}$  Zoll Gewinde verbunden. Die Stromversorgung kann über Akkus oder externe Stromversorgung geregelt werden.

Um das Signal aus der Kamera abzuführen, benötigt man möglichst hochauflösende Video-Ausgänge. HDMI und HD-SDI zählen zu den meistgenutzten. HD-SDI hat gegenüber HDMI den Vorteil, dass die Verbindungen über einen Verschlussmechanismus verbunden werden und eine versehentliche Lösung der Verbindung ausgeschlossen werden kann.<sup>24</sup>

Neben den Anschlüssen ist zu beachten, dass nicht alle Kameras ein qualitativ hochwertiges Signal über die Video Ausgänge ausgeben. Zu beachten sind hier die Eigenschaften des Ausgangssignals. (Kapitel 2.5)

---

<sup>24</sup> Vgl. Fischer, 2009, S. 201

## 2.7.4 Ton

In vielen Aufnahmesituationen wird eine Aufzeichnung von Ton benötigt. In den meisten Fällen wird eine getrennte Aufzeichnung des Video- und Tonsignales bevorzugt und das Material im Nachhinein synchronisiert. Die Trennung der Gewerke Bild und Ton hat viele Vorteile. So ist es möglich, dass sich der Tonmischer in einem separaten Raum befindet und so der Kameracrew mehr Bewegungsfreiheit in engen Aufnahmesituationen ermöglicht. Bei Dokumentationen und Interviews kommt es aber immer wieder zu Situationen, in denen eine direkte Aufzeichnung des Tonsignals in der Kamera benötigt wird. Hektische Aufnahmesituationen in denen schnell reagiert werden muss oder wenn schlicht kein Teammitglied für externe Tonaufzeichnung zur Verfügung steht, zählen zu solchen Situationen. Aus diesem Grund sollte eine Kamera im Idealfall über mindestens einen Audioeingang verfügen. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um XLR Eingänge, die eine Phantomspeisung mit 12V bzw. 48V aufweisen. Für die Kontrolle des Audiosignals ist ein Kopfhörerausgang essentiell. Abbildung 9 zeigt eine komplett ausgestattete Canon HDDSLR mit Basisplatte, Follow Focus, Kompendium, externem Audiorekorder, Schulterstütze und Monitor.



Abbildung 9: Canon HDDSLR mit Zubehör<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Sexton o.J. (ca. 2010)

## **3 Filmaufnahmen mit digitalen Spiegelreflexkameras**

### **3.1 HD-fähige Spiegelreflexkameras**

Als im September 2008 die EOS 5D Mark II vorgestellt wurde, war sie die erste Spiegelreflexkamera von Canon mit integrierter Funktion zur Aufnahme von Videos. Ursprünglich war diese Funktion als Gimmick für Fotojournalisten und Heimmanwender gedacht. Es war der New Yorker Fotograf Vincent Laforét, der als erster die EOS 5D Mark II für ein Testwochenende zur Verfügung gestellt bekam und, ohne Wissen von Canon, den Kurzfilm „Revierie“ drehte<sup>26</sup>. Die Online Welt war begeistert über die cineastisch anmutenden Bilder, die mit einer digitalen Spiegelreflexkamera für weniger als 3000€ aufgenommen worden waren. Mittlerweile ist die Canon EOS 5D Mark II die bekannteste und eine der meistgenutzten Spiegelreflexkameras für Videoaufnahmen. Ihre Bilder begeistern Filmemacher und Zuschauer gleichermaßen. Neben Canon haben sich auch andere Hersteller auf den Video-DSLR Zug aufgesprungen.

#### **3.1.1 Entwicklung der HD-fähigen DSLR-Kameras**

Das folgende Kapitel soll einen Überblick über die momentan aktuellsten sowie in den letzten Jahren wichtigsten HD-fähigen Spiegelreflexkameras bieten. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen werden nur die häufig verwandten Modelle vorgestellt.

##### **Canon EOS 5D Mark II**

Die Canon 5D Mark II war die erste HD-fähige Spiegelreflexkamera von Canon. Sie wurde im September 2008 vorgestellt und etablierte sich schnell als eines der mitbenutzen und beliebtesten Modelle. Sie besitzt einen Vollformat CMOS Sensor mit den Maßen 36mm x 24mm und 21,1 Megapixel. Vor einem Firmware Update im März 2010 war die Kamera nur in der Lage ausschließlich Videos mit einer Bildrate von 30 fps aufzuzeichnen.

Nach dem Update standen auch Aufnahmen mit 25, 29.97 und 23.976 fps im Raster 1920 x 1080 zur Verfügung. Aufgezeichnet werden Quiktime Files im .mov Container mit

---

<sup>26</sup> Vgl. Luszkat, 2011, S. 3

dem H.264 Codec und 4:2:0 Farbabtastung sowie 8 bit Farbauflösung. Die maximale Aufzeichnungsdauer pro Clip wurde auf ca. 12 Minuten beschränkt. Die Canon 5D Mark II verfügt über einen Canon EF-Objektivanschluss. Zu den Stärken dieser Kamera gehört ihr lichtstarker Vollformatsensor und die damit verbundene Tiefenschärfe. Großer Nachteil war das Absenken des HDMI Ausgangssignals während der Aufnahme von 1080p auf 480p. Die genaue Kontrolle der Schärfe auf einem externen Monitor war mit dem 480p Signal unmöglich. Preislich befand sich die 5D Mark II in der Oberklasse der digitalen Spiegelreflexkameras mit einem Listenpreis von 2250€. <sup>27</sup>

### **Canon EOS 7D**

Die Canon EOS 7D wurde ein Jahr nach der EOS 5D Mark II im September 2009 vorgestellt. Anders als die 5D Mark III besitzt die 7D einen eigenen Filmmodus und konnte neben Full HD Aufnahmen mit 1080p auch HD Aufnahmen in dem Raster 1280 x 720 Pixel aufnehmen. In dem 720p Modus stand auch die Möglichkeit bereit, mit 50 Vollbildern pro Sekunde aufzunehmen und so leichte Zeitlupenaufnahmen zu generieren. Von Haus aus waren die gängigen Bildfrequenzen wie 24, 25, 29.97 und 30.000 verfügbar. Bei dem Sensor der EOS 7D handelt es sich um einen CMOS Sensor in dem APS-C Format. Dieser ist mit den Abmessungen 22,3mm x 14,9mm kleiner als ein Vollformatsensor und bei der Verwendung von 35mm Optiken muss der Cropfaktor von 1,6 beachtet werden, durch den eine indirekte Vergrößerung der Brennweite einer Vollformat Optik an einem kleineren Sensor entsteht. Der Sensor hat eine Auflösung von 18 Megapixeln. Ein großer Vorteil gegenüber der EOS 5D Mark II ist die Fähigkeit, auch während der Aufnahme ein 1080p Signal über den HDMI Ausgang zu senden. Zudem ist es bei diesem Modell durch einen Umbau möglich, auch PL-Optiken anzuschließen. Der große Spiegel der 5D verhindert einen solchen Umbau. Der Listenpreis der Canon EOS 7D lag bei 1550€. <sup>28</sup>

### **Canon EOS 550D / T2i**

Die Canon EOS 550D oder T2i wie sie in Nordamerika genannt wird, ist Canons Einstiegsmodell und zweite Kamera mit eigenem Filmmodus. Sie wurde mit dem gleichen Sensor wie die EOS 7D ausgestattet und hat die gleichen Funktionen wie die 7D im Bezug auf HD-Aufnahmen.

---

<sup>27</sup> Vgl. Channelunit, 2009a

<sup>28</sup> Vgl. Channelunit, 2009b

Im September 2010 wurde die EOS 60D vorgestellt, welche eine Weiterentwicklung der 550D darstellt. Sie verfügt zusätzlich über ein frei schwenkbares LCD Display. Im Februar 2011 wurde diese Einstiegslinie von Canon durch das neuste Modell, die 60D erweitert. Auch die 60D hat den gleichen Sensor wie die EOS 7D, überzeugt jedoch durch das schwenkbare Display und einen niedrigeren Preis. Die Listenpreise der Kameras belaufen sich auf 730€ für die 550D, 649€ für die 600D und 849€ für die 60D.<sup>29</sup>

### **Panasonic GH1/GH2**

Die Panasonic DMC-GH 1 wurde im April 2009 herausgebracht und hat einen Micro-Four-Thirds Sensor. Sie besitzt im Gegensatz zu den bisher genannten Kameras keinen Spiegel und arbeitet mit einem elektronischen Shutter. Aus diesem Grund ist sie zwar keine echte Spiegelreflexkamera, arbeitet aber im Filmmodus ähnlich wie die vorgestellten DSLRs, die im Filmmodus den Spiegel permanent hochklappen. Im September 2010 wurde die GH1 von der GH2 abgelöst. Der Nachfolger verfügt über einen verbesserten Sensor und kann so bis zu 60 Bilder in 1920 x 1080 pro Sekunde interlaced aufnehmen oder 25 progressive Bilder. In dem Modus 720p lassen sich auch progressiv bis zu 60 Bilder aufnehmen. Der Listenpreis der Panasonic GH 2 liegt bei 900€.

### **Nikon D3s**

Obwohl Nikon, noch vor Canon, mit der D90 eine HD-fähige Spiegelreflexkamera auf den Markt gebracht hat, hinken die Kameras bei HD-Aufnahmen immer etwas hinterher. So nimmt auch die D3s nur in dem reduzierten HD-Raster von 1280 x 720 Pixel auf und ist auf eine Bildwechselfrequenz von 24fps beschränkt. Intern arbeitet ein FX-CMOS-Sensor mit 12,1 Megapixeln. Resultierend aus der geringen Pixeldichte ist der Sensor sehr lichtstark und liefert in diesem Bereich die besten Ergebnisse aller verfügbaren DSLR-Kameras. Die Aufzeichnung von Videos geschieht mit einer Motion-JPEG-Kompression im AVI-Format.

Aufgrund der unflexiblen Frameraten und der Beschränkung auf 720p spielt diese Kamera eine geringe Rolle unter den aktuell für Filmaufnahmen verwendeten Spiegelreflexkameras. Der Listenpreis der Nikon D3s liegt bei ca. 4800€.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Vgl. Ludwig, 2011

<sup>30</sup> Vgl. Hessler & Ludwig, 2010

## **Nikon D3100**

Die Nikon D3100 wurde im August 2010 vorgestellt und ist die erste HD-fähige Spiegelreflexkamera von Nikon mit Full-HD Videofunktion. Videos im Raster 1920 x 1080 nimmt sie mit 23,976fps auf. Eine Veränderung der Framerate auf 25 oder 24 fps ist nicht möglich. Diese stehen nur im 720p Modus zur Verfügung. Erstmals wird hier von Nikon die H.264 Kompression in MPEG-4 Files vorgenommen. Die D3100 hat einen CMOS Sensor mit 14,2 Megapixeln. Leider fehlt bei dieser Kamera ein Mikrofoneingang um externe Tongeräte anzuschließen.

### **3.1.2 Canon EOS 5D Mark III**

Die Canon EOS 5D Mark III ist der direkte Nachfolger der erfolgreichen 5D Mark II. Wie auch ihr Vorgänger ist diese Kamera in erster Linie eine professionelle Fotokamera. Die Funktion der Beweg-Bild-Aufnahme ist nach wie vor als Zusatzfunktion anzusehen. In der folgenden Ausführung werden die für die HD Aufnahme wichtigen Eigenschaften beschrieben.

Die Canon EOS 5D Mark III verfügt über einen Vollformat CMOS Sensor mit 22,3 Megapixeln, der eine Abmessung von 36mm x 24mm und eine Auflösung von 5760 Pixeln x 3840 Pixeln hat. Der Sensor hat einen Empfindlichkeitsbereich von ISO 100 bis ISO 25600, dieser ist erweiterbar um ISO 50 und ISO 102400. Damit die Kamera ein Full HD Bild im Raster 1920 x 1080 Pixel auslesen kann, müssen Linien zusammengefügt oder nicht mit ausgelesen werden. Die Auswirkungen auf Moiré und Aliasing werden in dem folgenden Praxistest untersucht. Die Anfälligkeit des CMOS Sensors auf Rolling Shutter Probleme wird ebenfalls überprüft.<sup>31</sup>

Zur Kontrolle des Bildes während der Aufnahme steht der Canon EOS Mark III ein 3,2 Zoll großer TFT-Farbmonitor auf der Rückseite der Kamera zur Verfügung. Dieser weist eine Auflösung von 720 x 480 Pixel auf und ist fest in der Kamera verbaut. Er lässt sich weder schwenken noch neigen.

Für die externe Überwachung des Kamerabildes steht ein HDMI Ausgang zur Verfügung. Im Gegensatz zu ihrem Vorgängermodell der Mark II, liefert die Mark III über den HDMI Ausgang auch während der Aufnahme ein HD-Signal.

---

<sup>31</sup> Vgl. Canon, o.J. (ca. 2012a)



Bei diesem Signal handelt es sich aber um kein "cleanes" Signal, da Statusinformationen der Kamera über dem Signal liegen. Zusätzlich ist der Ausgang auf 8bit 4:3:0 Farbabtastung beschränkt. Sobald an die Kamera ein Monitor angeschlossen wird, schaltet sich das kameraeigene Display aus.

Der verbaute Objektivmount ist der von Canon entwickelte EF-Anschluss. Über diesen EF-Mount lässt sich ein Großteil der heute verfügbaren Fotoobjektive anschließen. Auch Objektive anderer Hersteller lassen sich über Adapterringe an der Mark III anbringen. Bei elektronischen Objektiven geschieht die Änderung der Blendenwerte über die Bedienung an der Kamera. Filmobjektive mit PL-Mount lassen sich nicht adaptieren. Diese ragen zu weit in die Kamera hinein und kollidieren mit dem Siegel der Fotokameras. Es gibt Firmen, die Spiegelreflexkameras durch Entfernen der Spiegelmechanik für PL-Objektive kompatibel machen. Solche Umbauten sind aber eher selten und werden in dieser Arbeit nicht beachtet.

Die Canon EOS Mark III zeichnet intern auf CF-Speicherkarten auf. Canon verwendet das .moc Containerformat mit einer H.264 Codierung. Die Files weisen eine Datenrate von max. 90 Mb/s aus und liegen in 8 bit mit 4:2:0 Farbabtastung vor. Es lässt sich zwischen IPB und ALL-I Aufzeichnung auswählen. Im Gegensatz zu ihrem Vorgänger, der 5D Mark II, hat Canon der Mark III einen zusätzlichen SD-Karten Slot spendiert. Aufgrund der höheren Besteuerung von Videokameras im Gegensatz zu Fotokameras, nimmt sie Videos nur mit einer maximalen Länge von 29 Minuten und 59 Sekunden auf. Grund hierfür ist, dass Kameras ab einer Aufnahmedauer von 30 Minuten als Videokamera deklariert und höher besteuert werden.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> Vgl. Bloom, 2012

## **4 Filmaufnahmen mit Single Large Sensor Camcordern**

### **4.1 Überblick Single Large Sensor Camcorder**

#### **4.1.1 Entwicklung der Single Large Sensor Camcorder**

Mit dem rasenden Erfolg der HD-fähigen Spiegelreflexkameras war es nur eine Frage der Zeit, bis die traditionellen Camcorder Hersteller die ersten großformatigen Kameras auf den Markt brachten. Zwar gibt es z.B. von der Firma ARRI bereits seit 2005 die ARRIFLEX D-20, welche über einen 35mm CMOS verfügt, allerdings waren diese ersten großformatigen Kameras sehr teuer und für kleinere Produktionen unerschwinglich. Den ersten Schritt in diese Richtung machte die Firma Red Digital Cinema mit der RED ONE im Jahre 2007.

Das folgende Kapitel soll einen Überblick über die momentan aktuellsten sowie in den letzten Jahren wichtigsten Single Large Sensor Camcorder bieten. Die Abgrenzung zu normalen Camcordern geschieht hier ab einer Sensor Abmessung von 4/3 Zoll. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu übersteigen werden nur die am häufigsten verwandten Modelle vorgestellt, die preislich deutlich unter 20.000€ liegen.

#### **Panasonic AG-AF-101**

Panasonic war der erste Hersteller der einen großen Sensor in einen semiprofessionellen Camcorder verbaute. Die AG-AF-101 verfügt über einen Micro-Four-Thirds CMOS Sensor mit 12,4 Megapixeln. Die Kamera verbindet die Ergonomie eines Camcorders mit der von 35mm gewohnten Schärfentiefe. Die Kamera verfügt über einen HD-SDI- sowie einen HDMI-Ausgang. Für Audio Aufnahmen stehen zwei XLR Eingänge bereit. Die Grundempfindlichkeit des Sensors wird mit 320 ISO angegeben. Für die Regulierung des einfallendes Lichts stehen drei einschwenkbare ND Filter in den Stärken  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{16}$  und  $\frac{1}{64}$  zur Verfügung. Die AF-101 verfügt über einen Micro-Four-Thirds Objektivanschluss, an den über einen Adapter auch PL oder EF Objektive angeschlossen werden können. Intern wird auf SD/SDHC oder SCXC Karten in AVCHD MPEG-4 aufgezeichnet.

### **Sony FS100**

Die Sony NEX-FS100 ist der Nachfolger der im semiprofessionellen Bereich angesiedelten Sony NEX-VG10 und tritt als kleiner Bruder der Sony PMW-F3 auf. Die FS100 hat den gleichen Super 35mm CMOS Sensor wie die F3 verbaut. Alle gängigen Frameraten zwischen 23,97 und 50 fps progressiv, stehen zur Verfügung. Die Bauform der Kamera erinnert an einen Kasten und fördert so ein modulares Zubehörsystem, bei dem die Kamera speziell für jede Ansprüche mit Zubehör ausgestattet wird. Intern wird ein AVCHD Codec auf SD, SDHC oder SDXC Karten geschrieben. Auf der Anschlussseite steht ein HDMI Ausgang für die Verteilung des Videosignals am Set bereit. Zwei XLR Audioeingänge sind vorhanden. Bei dem verbauten Objektiv Anschluss handelt es sich um einen Sony E-Mount über den per Adapter auch PL und EF Objektive adaptiert werden können. Der Listenpreis der SONY NEX-FS100 liegt bei 6500€. <sup>33</sup>

### **Canon C300**

Nach dem großen Erfolg ihrer HD-fähigen Spiegelreflexkameras stieg im Jahre 2011 auch Canon mit der C300 in den professionellen Markt der Single Large Sensor Camcorder ein. Die Kamera erinnert vom Design her an einen Hybrid aus Spiegelreflexkamera und Videokamera. Ausgestattet mit einem Super 35mm Sensor (8,5 Megapixeln) sind auch mit der C300 cineastische Aufnahmen möglich. Intern zeichnet die Kamera auf CF Karten Mpeg-2-MFX Files mit 50Mbit/s auf. Die Grundempfindlichkeit des Sensors ist mit 320 ISO angegeben und lässt sich auf ISO 20.000 hochstellen. Bei den Bildwechselfrequenzen gibt es die Auswahl zwischen 50i, 29,97p, 25p, 24p und 23,98p. Aufnahmen in 50p sind nur im reduzierten Raster von 1280 x 720 Pixeln möglich. An professionellen Anschlüssen bringt die C300 alles mit: HD-SDI, HDMI sowie Timecode und Kopfhörer Ausgänge sind vorhanden. Neben zwei XLR Eingängen hat Canon auch drei ND-Filter verbaut, die das einfallende Licht um 2, 4 oder 6 Blenden senken. Die Canon C300 ist als PL- und EF-Version erhältlich. Der Listenpreis beträgt 15469€. <sup>34</sup>

---

<sup>33</sup> Vgl. HD-Camcorder Vergleichsdatenbank, 2012

<sup>34</sup> Vgl. Canon, 2011

### 4.1.2 Sony PMW-F3

2011 brachte Sony mit der PMW-F3 einen kompakten und leistungsstarken Camcorder heraus, der sich durch einen großen Bildwandler, professionelle Anschlüsse und einen vergleichsweise niedrigen Preis von bisherigen Kameras abhebt.

Die Sony PMW-F3 ist die Antwort auf großformatige Camcorder konkurrierender Hersteller sowie auf die HD-fähigen Spiegelreflexkameras. Die PMW-F3 verfügt über einen Super 35mm EXMOR CMOS Chip mit 3,5 Megapixel und einer Abmessung von 23,6 x 13,3mm. Der Sensor weist eine native Auflösung von 1920 x 1080 Pixeln auf und hat eine Empfindlichkeit von 800 ISO. Der Signalrauschabstand beträgt 63 db<sup>35</sup>. Im Gegensatz zu den Sensoren von HD-fähigen Spiegelreflexkameras ist der EXMOR CMOS Chip auf die Aufzeichnung von HD-Videosignalen ausgelegt. Die weitaus geringere Megapixelanzahl ermöglicht eine maximale Pixelgröße und somit höhere Lichtempfindlichkeit und geringeres Rauschen. Zusätzlich kann auf ein Zusammenfassen von Pixeln, beziehungsweise das Überspringen einzelner Zeilen beim Auslesen verzichtet werden. Die Auswirkungen für die Anfälligkeit von Aliasing und Moiré werden in dem Praxistest der Kamera überprüft.

Für die Überwachung der Aufnahme verfügt die F3 über einen Sucher im 16:9 Format mit einer Diagonalen von 0,45" sowie einen 3,5" großen LCD-Monitor. Dieser weist eine Auflösung von 1920 x 480 Bildpunkten im 16:9 Format auf und ist frei schwenkbar. Für die Bildüberwachung hilfreiche Funktionen wie Zebra, Peaking und ein Histogramm sind zuschaltbar. Für die externe Überwachung des Kamerabildes verfügt sie über zahlreiche Video-Ausgänge. SDI, HD-SDI sowie ein HDMI Anschluss an der Rückseite ermöglichen ein problemloses Verteilen des Kamerasignals.<sup>36</sup>

Bei dem Objektivanschluss handelt es sich um einen Sony FZ Mount. Dieser ermöglicht in Kombination mit Sony FZ Objektiven die Verwendung von Autofokus sowie der Zoomwippe auf der Kameraoberseite.<sup>37</sup>

---

<sup>35</sup> Vgl. Sony, o.J. (ca. 2012a)

<sup>36</sup> Vgl. Channelunit GmbH, 2011

<sup>37</sup> Vgl. Toneart Kameraverleih, o.J. (ca. 2012)

Sony liefert standartmäßig einen robusten PL-Adapter, der die Benutzung aller gängigen Filmoptiken ermöglicht. Canon EF-Mount Adapter sind ebenfalls erhältlich. Für die Regulierung des einfallenden Lichtes verfügt die Sony PMW-F3 über zwei einschwenkbare ND-Filter in den Stufen 1/8 und 1/64.

Basierend auf dem XDCAM EX-Workflow von Sony zeichnet auch die PMW-F3 intern Bilder mit dem Codec MPEG-2 Long GOP im Raster 1920 x 1080 auf SxS Speicherkarten auf. Es stehen zwei verschiedene Bitraten für die Aufzeichnung zur Auswahl, 35 Mbit/s im HQ-Mode und 25 Mbit/s im SP-Mode, die beide eine Farbabtastung von 4:2:0 mit 8 bit aufweisen.

Die Interne SxS Aufzeichnung stellt folgende Aufzeichnungsformate zur Auswahl:

HD HQ-Mode MPEG-2 MP@HL	1920 x 1080 / 59,94i, 50i, 29,79p, 25p, 23,98p
	1440 x 1080 / 59,94p, 50p, 29,97p, 25p, 23,98p
	1280 x 720 / 59,94p, 50p, 29,97p, 25p, 23,98p
HD SP-Mode MPEG-2 MP@H-14	1440 x 1080 / 59,94i, 50i, 23, 98p
SD-Mode DVCAM	720 x 480 / 59,94i, 29,97p
	720 x 576 / 50i, 25p <sup>38</sup>

Tabelle 1: Aufzeichnungsformate Sony PMW F3

Über die HD-SDI Anschlüsse gibt die F3 ihr Signal in 4:2:2 mit 10 bit aus. Mit Hilfe von externen Rekordern lässt sich so ein qualitativ hochwertigeres Signal aufzeichnen, mit dem in der Nachbearbeitung mehr Möglichkeiten zur Verfügung stehen als bei der internen SxS Aufzeichnung.

---

<sup>38</sup> Vgl. Sony, o.J. (ca. 2012b)

Für die Sony PMW-F3 steht eine kostenpflichtige Software Option CBK-RGB01 zur Verfügung. Diese Option erweitert die Kamera um folgende Funktionen:

- S-Log Gamma Mode
- Dual Link RGB 4:4:4
- 3G-SDI Out
- RGB 4:4:4 1920 x 1080 / 23,98p, 25p, 29,97p mit 10bit
- 4:2:2 1920 x 1080 / 50p, 59,94p unkomprimiert mit 10 bit
- parallele Ausgabe von SDI sowie HDMI Signalen <sup>39</sup>

Die PMW-F3 ist momentan die günstigste Videokamera die ein unkomprimiertes 4:4:4 Signal ausgeben kann.

Für Audioaufnahmen bietet die Kamera zwei seitlich angebrachte XLR-Anschlüsse. Aufgezeichnet wird das Tonsignal als lineares PCM mit 48 kHz und 16 bit. Manuelle Pegelräder sind an der Kameraseite vorhanden. Für die zusätzliche Aufnahme von Zubehör ist die PMW-F3 vorbereitet. Auf der Kameraoberseite befinden sich insgesamt vier 1/4-Zoll Gewinde, sowie ein Blitzschuh. Hier kann problemlos ein externer Monitor oder ein Kopflicht angebracht werden. Die Abmessungen der Kamera betragen 151mm x 189mm x 210mm bei einem Gewicht von ca. 2,4 kg ohne Objektiv, mit PL-Mount Adapter. Der Listenpreis der Sony PMW-F3 beträgt 13800€ (für den Kamerabody).

---

<sup>39</sup> Vgl. Sony, o.J. (ca. 2011)

## 5 Praktische Untersuchungen und Testverfahren

### 5.1 Equipment und Testumstände

Die praktische Untersuchung der Kameras wurde bei der Firma Cinegate GmbH durchgeführt. Die Kameraabteilung verfügt über mehrere Teststrecken, die jeweils mit einem austauschbaren und in der Entfernung variablen Testchart ausgestattet sind. Der Abstand zu der Kamera lässt sich frei variieren und die Testtafeln können ausgetauscht werden. Um eine gleichbleibende Beleuchtung zu gewährleisten lässt sich der Testraum durch Vorhänge abdunkeln.

Als Equipment wurde der Belichtungsmesser L-758Cine der Firma Sekonic verwendet.



Abbildung 10: Sekonic L-758 Cine<sup>40</sup>    Abbildung 11: Zeiss Compact Prime CP.2, 21mm F.2.9

Unter Zuhilfenahme des Belichtungsmessers war es möglich eine gleichmäßige Belichtung der Testtafeln sicherzustellen. Um möglichst vergleichbare Testergebnisse zu erhalten ist es zudem wichtig, dass beide Kameras mit identischen Optiken bestückt

<sup>40</sup> Sekonic, 2011

werden. Hierzu wurden Compact Primes der Serie CP.2 von Carl Zeiss verwendet. Diese Optiken weisen eine hohe Verarbeitungsgüte auf und sind sowohl für PL- als auch für EF-Fassungen erhältlich. Sie verfügen über eine große Schärfeskala und haben eine Blende von F.2,9<sup>41</sup>. Die Firma Cinegate, die neben der Teststrecke auch die Sony PMW F3 zur Verfügung stellte, hat ebenfalls ein 21mm Objektiv der Compact Prime Reihe bereitstellen. Dieses hatte einen PL Mount und wurde an der F3 verwendet. Für die Canon 5D Mark III wurde von der Firma Studio Hamburg Film Technik GmbH ein CP.2 21mm Objektiv mit EF angemietet. Als Vorschaumonitor diente der Leader LV 5330. Dieser Monitor verfügt über eingebaute Waveform- und Vektorscope-Anzeigen, die bei einigen Tests zur korrekten Bestimmung der Belichtung verwendet wurden. Unglücklicherweise kam es während der Tests zu Problemen mit der Verfügbarkeit des Equipments. Kurze Zeit nachdem die Tests begonnen hatten, wurde das 21mm Compact Prime Objektiv mit der EF-Fassung von einer laufenden Produktion angefragt, weshalb Teile der Tests mit dem 18mm Compact Prime Cp.2 durchgeführt werden mussten. Bei der Verwendung dieses Objektivs an einem Vollformatsensor wie dem der EOS 5D Mark III, kommt es aufgrund des weiten Aufnahmewinkels zu leichter Vignettierung. Dieser Umstand hat keine Auswirkungen auf die Beurteilung der betroffenen Testergebnisse. Alle Screenshots wurden ohne jegliche Bearbeitung eingefügt und stellen die Ergebnisse 1:1 dar.



Abbildung 12: Leader LV5330 Monitor<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> Vgl. Laforet, o.J. (ca. 2011)

<sup>42</sup> smtnet, 2009



## 5.2 Bestimmung der ISO Werte

Von Haus aus sind die Empfindlichkeitseinstellungen der Sony PMW F3 in Gain-Stufen angegeben. Es lassen sich Werte zwischen -3dB und +18dB auswählen. Im Gegensatz dazu, arbeitet die Canon EOS 5D Mark III mit ISO Werten. Um bei den Tests gleiche Empfindlichkeitseinstellungen der Sensoren zu gewährleisten, wurden die Empfindlichkeiten der F3 in ISO Werten bestimmt.

Hierzu wurden folgende Hilfsmittel verwendet:

- Graukarte
- Belichtungsmesser
- Monitor mit Waveform Anzeige

Die Kamera wurde auf die niedrigste Gain Stufe eingestellt (-3dB) und mit Hilfe der Waveform-Anzeige die Blende so reguliert, dass die Graukarte genau bei 50% auf der Helligkeitsskala (IRE) im Waveform-Monitor liegt. Im nächsten Schritt wurde mit dem Belichtungsmesser die Helligkeit der Graukarte gemessen. Je nachdem ob die angezeigte Blende größer oder kleiner als der an der Optik eingestellte Wert ist, reguliert man die ISO Einstellung des Belichtungsmessers hoch bzw. runter, bis die Messung mit der am Objektiv eingestellten Blende übereinstimmt <sup>43</sup>. Auf diese Weise lassen sich die entsprechenden ISO Werte zu den Gain Werten bestimmen.

Bei dem Test mit der Sony PMW F-3 konnten folgende ISO Werte bestimmt werden:

Gain db	ISO	Gain db	ISO	Gain db	ISO
-3 db	500 ISO	+6 db	1600 ISO	+18 db	6400
0 db	800 ISO	+9 db	2000 ISO		
+3 db	1000 ISO	+12 db	3200 ISO		

*Tabelle 2: Sony PMW F3 ISO Werte*

<sup>43</sup> Vgl.: Shippides, 2011

Anhand dieser Werte lassen sich die Sensoren der beiden Kameramodelle auf die gleiche Empfindlichkeit einstellen um eine korrekte Vergleichbarkeit gewährleisten. Tabelle 3 zeigt die bei den Kameras anwählbaren ISO- und Gain-Einstellungen.

<b>Canon 5D</b>	<b>Sony PMW-F3</b>
100 ISO	
125 ISO	
160 ISO	
200 ISO	
250 ISO	
320 ISO	
400 ISO	
<b>500 ISO</b>	<b>-3 db</b>
640 ISO	
<b>800 ISO</b>	<b>0 db</b>
<b>1000 ISO</b>	<b>+3 db</b>
1250 ISO	
<b>1600 ISO</b>	<b>+6 db</b>
<b>2000 ISO</b>	<b>+9 db</b>
2500 ISO	
<b>3200 ISO</b>	<b>+12 db</b>
4000 ISO	
5000 ISO	
<b>6400 ISO</b>	<b>18 db</b>
8000 ISO	
10000 ISO	
12800 ISO	

*Tabelle 3: ISO Werte Canon 5D Mark II und Sony PMW F3*

## 5.3 Kontrastumfang

Für diesen Test war geplant, eine Bemessung des Kontrastumfangs der Sony PMW-F3 und der Canon EOS 5D Mark III durchzuführen. Für einen solchen Test wird folgendes Equipment benötigt:

Eine selbstleuchtende Testtafel mit ausreichenden Abstufungen von Weiß zu Schwarz. Das Material aus dem die Testtafeln bestehen ist vergleichbar mit ND-Folie, welche in unterschiedlichen, fest definierten Dichten aufgebracht ist (siehe Abbildung 11). Wird die Testtafel gleichmäßig von hinten beleuchtet, so dringt das Licht an der Vorderseite mit auf beziehungsweise absteigender Intensität aus. Die Unterschiede der Grauwerte zwischen weiß und schwarz verdoppeln beziehungsweise halbieren sich zueinander und sind gleichzusetzen mit Blendenstufen. Wird solch eine Testtafel abgefilmt, so lassen unter zu Hilfenahme eines Waveform-Monitors die aufzeichnungsbaaren Helligkeitsstufen ablesen und so der Kontrastumfang bestimmen (siehe Abbildung 13 und Abbildung 14).

Während der durchgeführten Kamerateests stand keine selbstleuchtende Testtafel mit Grauabstufungen zur Verfügung. Aus diesem Grund konnte dieser Test nicht selbst durchgeführt werden. Um trotzdem den Kontrastumfang der beiden Kameras in die Bewertung aufnehmen zu können, werden unter Vorbehalt die Ergebnisse des „The Great Camera Shootout 2011“<sup>44</sup> der Firma Zacuto einbezogen. Bei diesem Test wurde unter wissenschaftlichen Bedingung der Kontrastumfang der Sony PMW-F3 und der 5D Mark II, dem Vorgänger der 5D Mark III bestimmt. Zuverlässige Ergebnisse der 5D Mark III waren, aufgrund der kurzen Zeit die diese Kamera auf dem Markt ist, nicht einzuholen.

Kamera:	Kontrastumfang
Sony PMW-F3	11,2 Blenden
Canon EOS 5D MarkII	11,2 Blenden

*Tabelle 4: Kontrastumfang Sony PMW-F3 & Canon EOS 5D Mark II*<sup>45</sup>

---

<sup>44</sup> Vgl. Weiss, 2011

<sup>45</sup> Vgl. ebd., Part 1, Min. 00:07:06

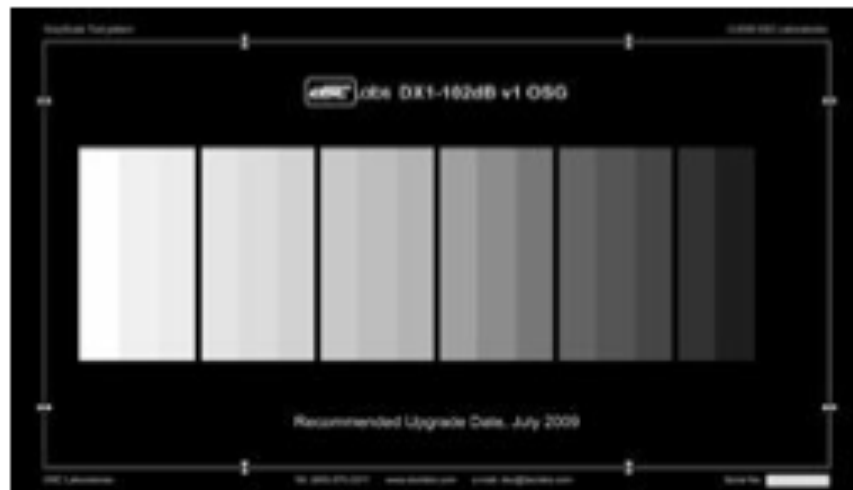


Abbildung 13: Illuminierte Helligkeitsskala von DSC-Labs <sup>46</sup>

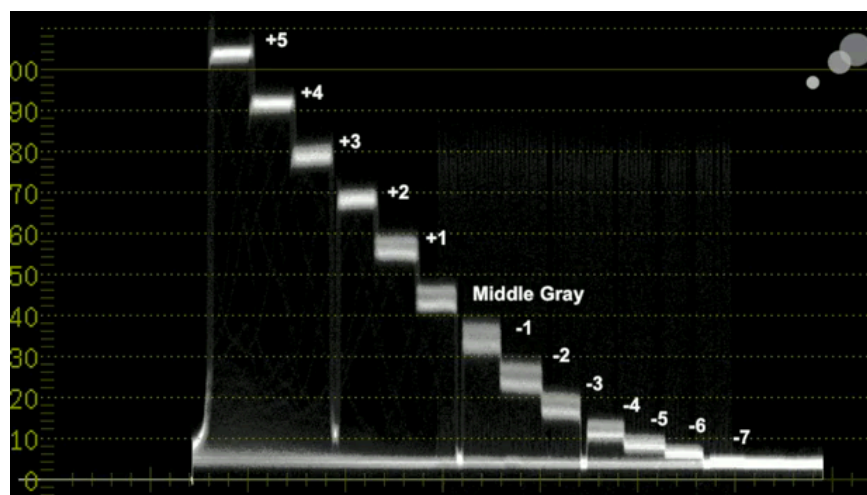


Abbildung 14: Kontrastumfangbestimmung am Waveform-Monitor <sup>47</sup>

<sup>46</sup> DSC-Labs, 2011, S.37

<sup>47</sup> Similaar, 2011

## 5.4 Auflösung

Um das Auflösungsvermögen der Sensoren zu beurteilen, wurde mit beiden Kameras ein Fokus Test Chart abgefilmt. Die Beleuchtung des Test Charts wurde dabei konstant beibehalten. Die Kameras zeichnen beide 25 Bilder in der Sekunde bei einer Belichtungszeit von 1/50 Sekunde auf. Die Gain-Einstellung wurde in der Sony PMW-F3 auf 0 db gestellt, was einem ISO Wert von 800 entspricht. In der Canon EOS 5D Mark III konnte direkt ein ISO Wert von 800 angewählt werden. Der Abstand der Kameras zu dem Aufnahmeobjekt musste leicht variiert werden. Aufgrund des kleineren Sensors in der PMW-F3 erhöhte sich die Brennweite im Vergleich zu dem Vollformat Sensor der EOS 5D Mark III. Aus diesem Grund wurde der Test Chart für die F3 so weit von der Kamera wegbewegt, bis der Bildausschnitt mit der EOS 5D Mark III übereinstimmte. Die Sony PMW-F3 zeichnete im HQ Modus auf, die 5D Mark III im ALL-I Modus. In Tabelle 5 sind die Einstellungen der Kameras zusammengefasst.

	Sony PMW F3	5D Mark III
ISO	0 db / 800	800
Bildwechselfrequenz	25fps	25fps
Belichtungszeit	1/50	1/50
Farbtemperatur	4600	4600
Auflösung	1080/25p	1080/25p
Codec	MPEG 2 Long Gop HQ	H.264 ALL-I
Mount	PL	EF
Optik	Zeiss Cp.2 21mm	Zeiss CP.2 21mm
Blende	5,6	5,6

Tabelle 5: Kameraeinstellungen Auflösungstest

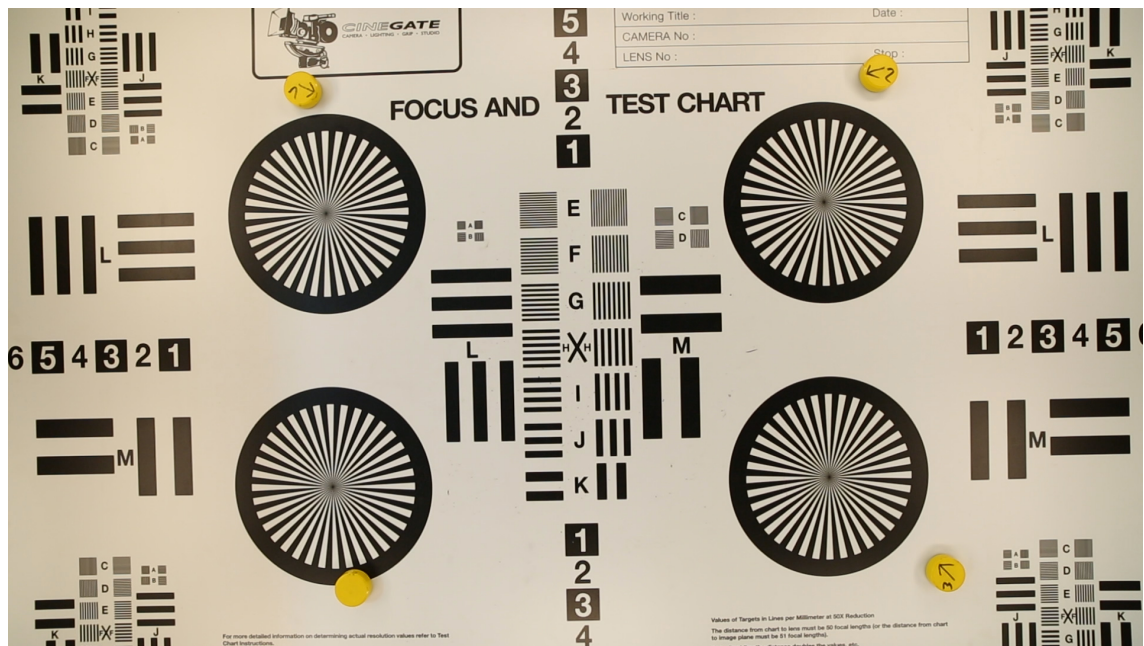


Abbildung 15: Auflösung Canon EOS 5D Mark III

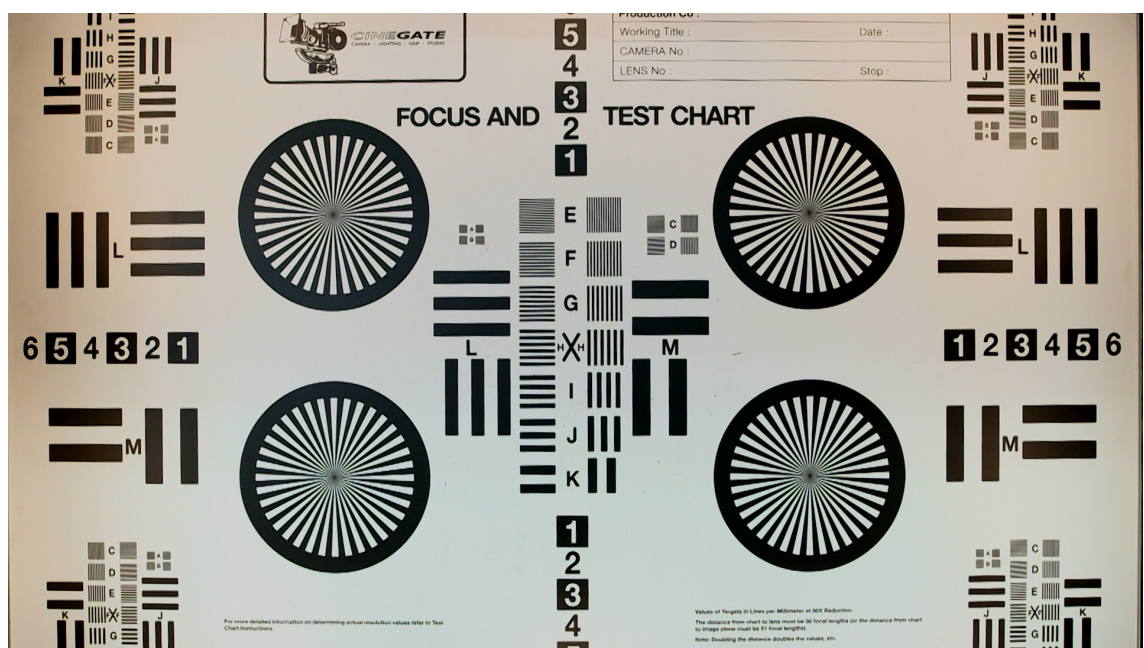


Abbildung 16: Auflösung Sony PMW-F3



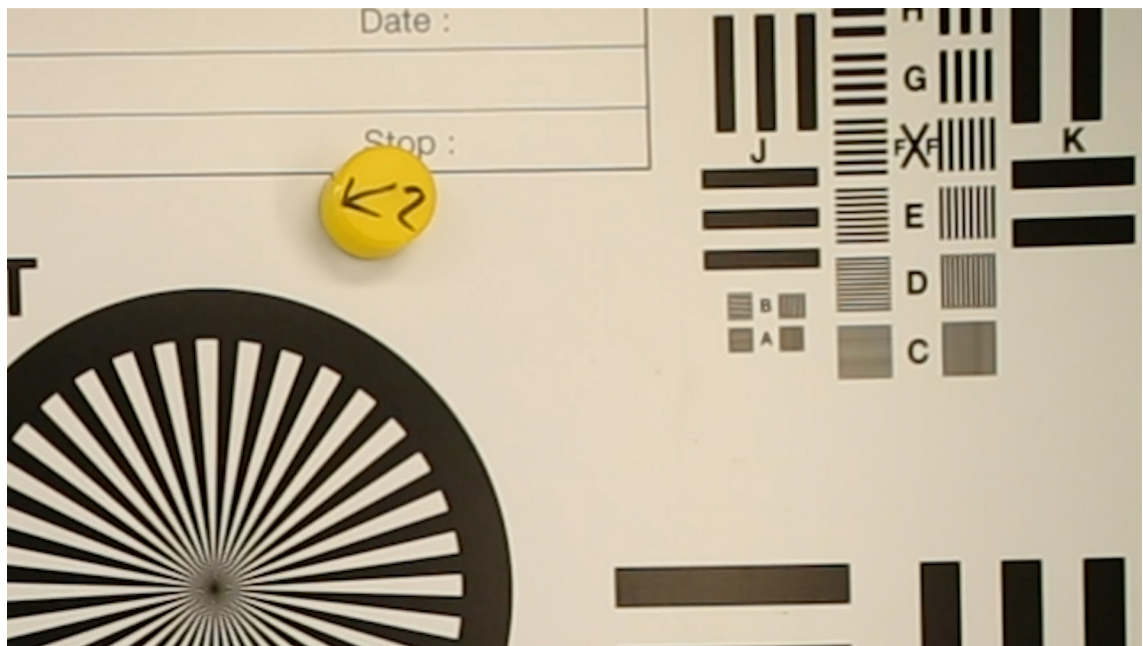


Abbildung 17: Auflösung Canon EOS 5D Mark III 400%

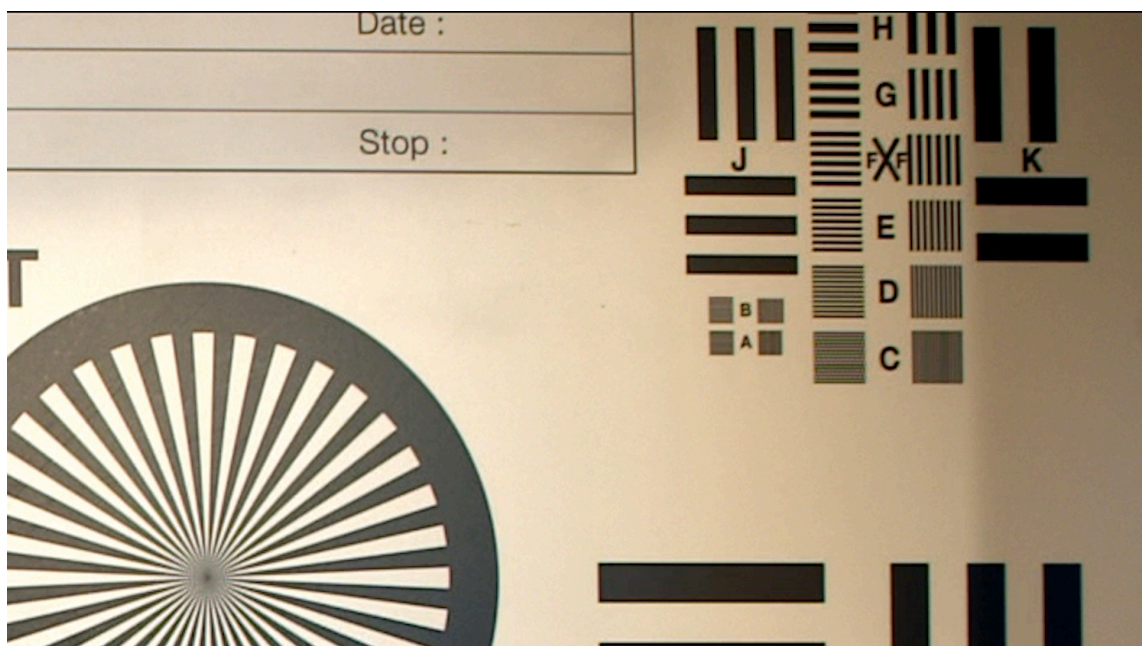


Abbildung 18: Auflösung Sony PMW-F3 400%

Abbildung 15 bis Abbildung 18 zeigen die Ergebnisse des Auflösungstests. Auf der Testtafel sind Linien Paare in Rechtecken aufgedruckt. Insgesamt gibt es 17 Abstufungen die in ihrer Breite und dem Abstand zueinander abnehmen. Gekennzeichnet sind die Linienpaare mit den Buchstaben A bis M, wobei A die feinsten Linien und M die breitesten Linien beinhaltet. Die Canon 5D Mark III stellt die Linien bis zu der Linienbreite E korrekt dar. In dem Rechteck mit der Breite D ist leichtes Farb-Moiré zu erkennen. In den Stärken C, B und A sind neben Aliasing keine Details mehr zu erkennen. Der Sensor der Sony PMW-F3 stellt die Linien bis zu einer Breite von D detailreich dar. Farb-Moiré ist in dem Rechteck mit der Linienbreite C erkennbar. A und B zeigen wie bei der 5D Mark III kein Detail, dafür Aliasing. Der Sensor der F3 liefert bei diesem Test das bessere Ergebnis und zeichnet sich durch eine gleichmäßige Schärfe und gute Detailwiedergabe aus. Das Bild der 5D Mark III liefert eine zufriedenstellende Detailreichtum, jedoch wirkt das Bild insgesamt nicht so scharf und definiert wie das der F3.



## 5.5 Aliasing, Moiré und Rolling Shutter

Aufgrund der vertikalen Ausleserichtung der CMOS Sensoren kann es bei schnellen Schwenks zu dem Rolling Shutter Effekt kommen (Siehe Kapitel 2.2: Aliasing und Moiré). In diesem Test wird die Anfälligkeit der beiden CMOS Sensoren auf diese Problematik untersucht.

Für den Test wurden die Kameras vor 3 C-Stand Lampenstative gestellt. Der Abstand betrug 150cm. Um eine gleichmäßige Schwenkbewegungen zu gewährleisten wurden am Stativ Abstandsmarken angebracht. Dafür wurde am Schwenkkopf des Statives eine Markierung zur Orientierung und an der Stativschale zwei Markierungen als Abgrenzungen befestigt. So wird sichergestellt, dass bei beiden Kameras der gleiche Bereich abgeschwenkt wird. Um die Geschwindigkeit der Schwenkbewegung konstant zu halten, ist es vorteilhaft einen zeitlichen Anhaltspunkt pro Schwenk zu haben. In diesem Testaufbau wurde ein Metronom benutzt, welches kontinuierlich einen Takt von 100 bpm hält. Anhand der Parameter Abstand zum Aufnahmeobjekt, Schwenkbereich und Zeit pro Schwenk lassen sich identische Testaufbauten jederzeit reproduzieren. Alternativ zu den Fensterjalousien können jede Art von vertikalen Linien abgeschwenkt werden. Wichtig bei diesem Test ist, dass die Kameras auf die gleiche Belichtungszeit eingestellt wurden und der Bildausschnitt konstant gehalten wird. In diesem Fall wurde der Shutter auf 1/50 Sekunde bei 25 Bildern pro Sekunde gestellt und der Bildausschnitt angepasst. Die Empfindlichkeit der Sensoren war in beiden Fällen auf ISO 800 gesetzt und die Blende so reguliert, dass beide Kameras die gleiche Belichtung aufwiesen. Tabelle 6 zeigt eine Übersicht der vorgenommenen Einstellungen für diesen Test. Zu beachten ist die leichte Vignettierung des Objektivs bei dem Screenshot der 5D Mark III. Aufgrund des Vollformatsensors kommt es zu diesem Effekt.

	Sony PMW F3	5D Mark III
ISO	0db / 800	800
Bildwechselfrequenz	25fps	25fps
Belichtungszeit	1/50	1/50
Farbtemperatur	4600	4600
Auflösung	1080/25p	1080/25p
Codec	MPEG 2 Long Gop HQ	H.264 ALL-I
Mount	PL	EF
Optik	Zeiss Cp.2 21mm	Zeiss CP.2 21mm

Tabelle 6: Kameraeinstellungen Rolling Shutter Test



*Abbildung 19: Rolling Shutter Canon EOS 5D Mark III*



*Abbildung 20: Rolling Shutter Sony PMW-F3*

Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen die Ergebnisse des Tests. Um die Intensität des Rolling Shutter Effektes besser erkennen zu können, wurden in die Bilder nachträglich zwei vertikale Hilfslinien eingefügt. Diese haben die Breite der abgeschwenkten Stative und verdeutlichen so den horizontalen Versatz im Bildverlauf. Bei diesem Test sind die Probleme der CMOS Technologie im Bezug auf Rolling Shutter zu erkennen. Beide Kameras weisen einen Versatz der vertikalen Linien auf. Die Canon EOS 5D Mark III hat sichtbare Schwierigkeiten die Stative bei einem hastigen Schwenk darzustellen. Es entstehen schräge Linien und der gesamte Bildeindruck wirkt verwischt. Sensor der Sony PMW-F3 liefert im vergleich zu der Mark III ein annehmbareres Ergebnis. Doch auch hier ist Rolling Shutter deutlich erkennbar.

Um die Anfälligkeit der beiden Sensoren für Aliasing und Moiré Artefakte zu überprüfen, wurden die Kameras vor einen weiteren Test Chart gestellt. Dieser eignete sich aufgrund unterschiedlicher Muster für die Untersuchung. Die Muster bestehen aus feinen Linien und Kreispaae sowie aus sich überlappenden Rastern. Wie auch in den vorangegangenen Tests wurde auf eine konstante Beibehaltung der Kameraeinstellungen sowie des Lichteinfall es geachtet. Die Kameraeinstellungen für den Aliasing und Moiré Test sind der unten stehenden Tabelle zu entnehmen. Die Screenshots wurden ohne weitere Bearbeitung vergrößert, um die für Bildfehler interessanten Stellen der Testtafel zu verdeutlichen.

	Sony PMW F3	5D Mark III
ISO	0 db / 800	800
Bildwechselfrequenz	25fps	25fps
Belichtungszeit	1/50	1/50
Farbtemperatur	4600	4600
Auflösung	1080/25p	1080/25p
Codec	MPEG 2 Long Gop HQ	H.264 ALL-I
Mount	PL	EF
Optik	Zeiss Cp.2 21mm	Zeiss CP.2 21mm
Blende	5,6	5,6

*Tabelle 7: Kameraeinstellungen Aliasing und Moiré Test*

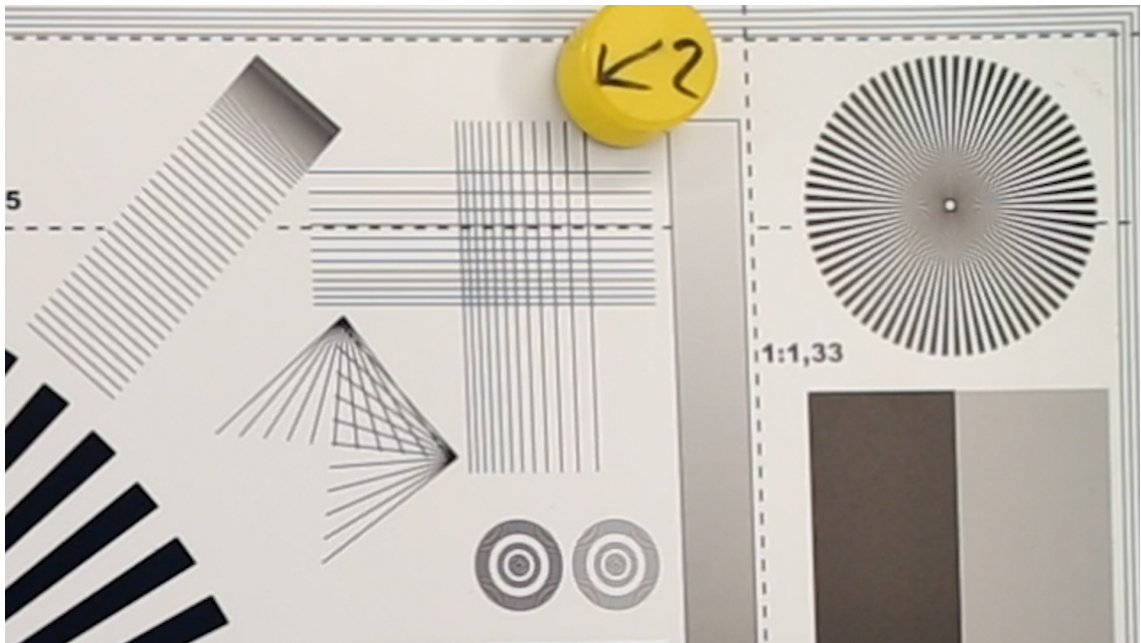


Abbildung 21: Aliasing Canon EOS 5D Mark III 400%

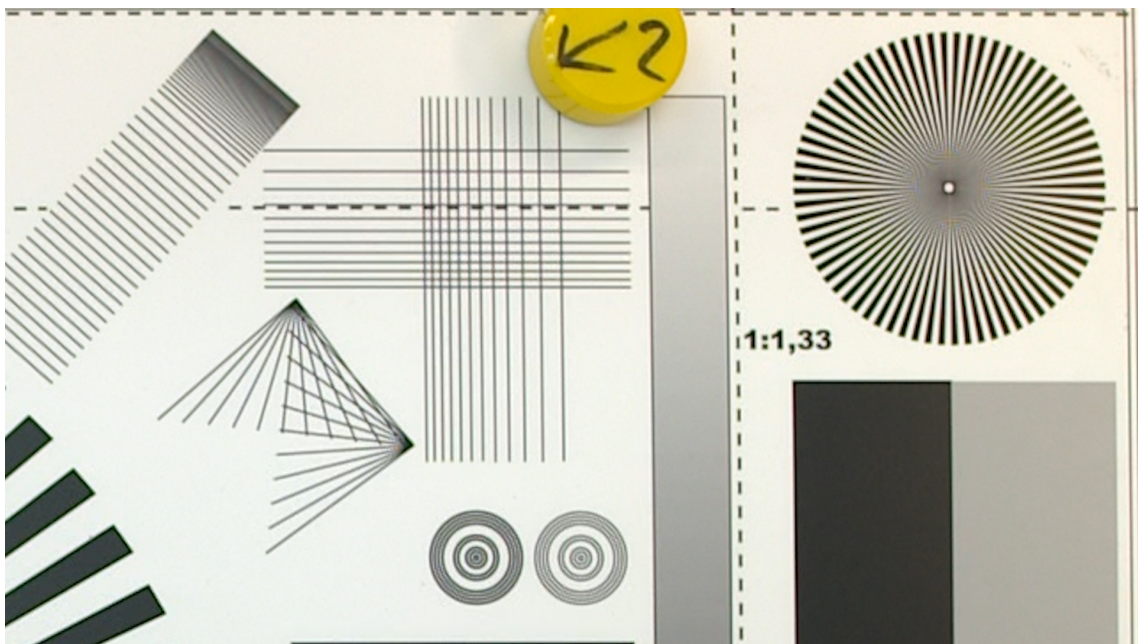


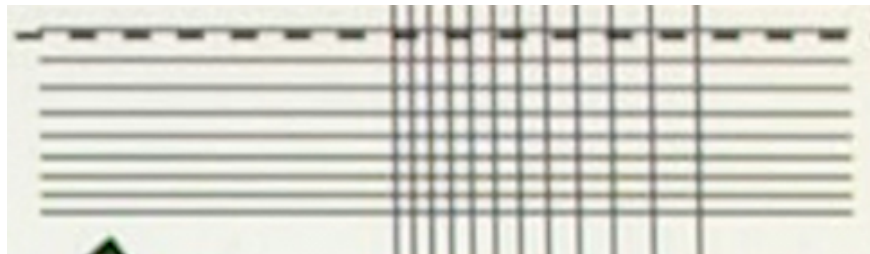
Abbildung 22: Aliasing Sony PMW-F3 400%

Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen die Ergebnisse des Aliasing und Moiré Tests. Um einen besseren Vergleich der für Bildfehler anfälligen Stellen zu gewährleisten, wurden aus den Abbildungen 21 und 22 bestimmte Regionen vergrößert. Die Abbildung 23 zeigt einen Ausschnitt des Bildes der Canon EOS 5D Mark III. Deutlich zu sehen ist farbliches Moiré an den horizontalen Linien.



*Abbildung 23: Canon EOS 5D Moiré Ausschnitt 1*

Der gleiche Ausschnitt, Abbildung 24, aufgenommen mit der Sony PMW-F3, weist ebenfalls farbliches Moiré auf. Jedoch in weit geringerer Intensität als die DSLR und nur an den Stellen, an den die Linien sich kreuzen und Raster entstehen lassen.



*Abbildung 24: Sony PMW-F3 Moiré Ausschnitt 1*

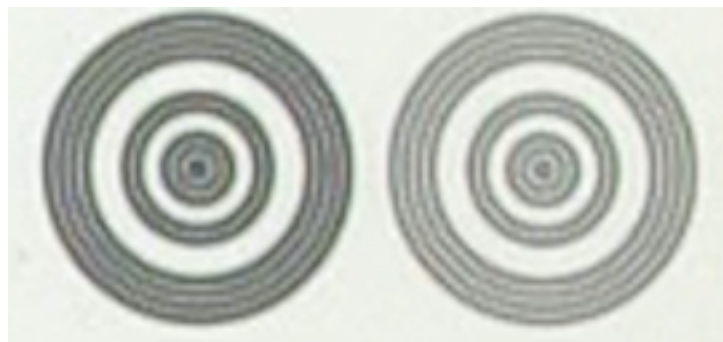


In dem folgenden Ausschnitt wird die Wiedergabe von feinen ineinanderlegenden Kreisen untersucht. Die 5D Mark III hat sichtbare Probleme damit, die Kreise korrekt darzustellen. Aliasing ist in Abbildung 25 deutlich zu erkennen. Der Sensor der Kamera ist nicht in der Lage die Kreise korrekt zu reproduzieren und lässt neue Texturen entstehen. Deutlich an den geschwungenen Linien innerhalb der Kreise zu erkennen.



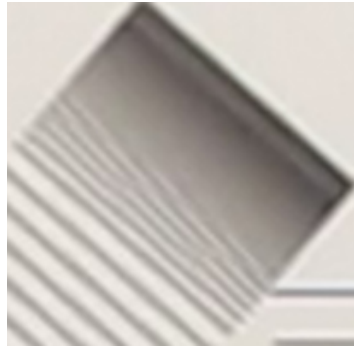
*Abbildung 25: Canon EOS 5D Mark III Moiré Ausschnitt 2*

Die F3 hat nicht so starke Probleme die Kreise zu reproduzieren. In Abbildung 26 ist zu erkennen, dass jeder Kreis einzeln definiert dargestellt wird. Jedoch sind auch hier leichte Treppenartefakte zu erkennen.



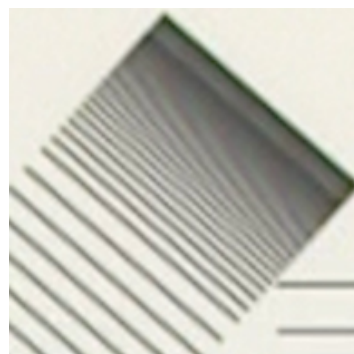
*Abbildung 26: Sony PMW-F3 Moiré Ausschnitt 2*

Die Ausschnitte Abbildung 27 und Abbildung 28 zeigen eine Ansammlung von Linien, die sowohl dünner, als auch in ihrem Abstand zueinander, schmaler werden.



*Abbildung 27: Canon EOS 5D Mark III Moiré Ausschnitt 3*

Auch in dieser Untersuchung setzen sich die bisherigen Testergebnisse fort. Die Canon EOS 5D Mark III fängt sehr früh an gerade Linien als Treppmuster wiederzugeben, siehe Abbildung 27. In Abbildung 28 ist das Ergebnis der Sony PMW-F3 zu sehen. Auch sie kämpft mit Aliasing in Form von Treppenbildung, jedoch setzt bei ihr der Bildfehler erst später beziehungsweise bei feineren Linien ein. Es ist zu erkennen, dass ab dem Moment, ab dem die 5D Mark III keinerlei Detail mehr wiedergeben kann, das Aliasing bei der F3 einsetzt.



*Abbildung 28: Sony PMW-F3 Moiré Ausschnitt 3*

## 6 Workflow in einem Medienunternehmen

### 6.1 Zubehör: Kompatibilität mit DSLR-Kameras/SLS Camcordern

#### 6.1.1 Canon EOS 5D Mark III

Auch wenn der Sensor und die interne Signalverarbeitung bei der Beurteilung einer Kamera eine große Rolle spielen, so müssen für die Praxis Tauglichkeit im professionellen Drehalltag auch Faktoren wie Größe, Bedienung und Zubehöradaption berücksichtigt werden.

*„Alles in allem ist die Bildqualität der EOS-5D-Mark-II-Videos schon recht beeindruckend, und mit viel Aufwand (Anschluss eines Stereo-Richtmikrofons an der Kamera, Verwendung eines Stativs usw.) kriegt man sogar halbwegs professionell aussehende Kurzfilme hin.“<sup>48</sup>*

HD-fähige Spiegelreflexkameras brauchen Zubehör. Anders als Camcorder oder Filmkameras, die ab Werk so konstruiert sind, dass sie fast alle notwendigen Funktionen, Verbindungen und Bedienelemente eingebaut haben, sind Spiegelreflexkameras primär für die Aufnahme von Einzelbildern konzipiert. Wenn man die Canon EOS 5D Mark III das erste Mal in der Hand hält, bemerkt man direkt das geringe Gewicht von ca. 950 Gramm (nur der Kamerabody) und die Abmessungen von 152 x 116,4 x 76,4 mm<sup>49</sup>. Aufgrund des kleinen Formfaktors und des niedrigen Gewichtes ist es sehr schwierig aus der Hand oder von der Schulter aus zu filmen. Die kleinsten Bewegungen und Erschütterungen werden auf die Kamera übertragen und sorgen für verwackelte und damit unbrauchbare Bilder. Es empfiehlt sich also, in jedem Fall die Verwendung eines Statives um die Produktion von ruhigen Bildern zu ermöglichen. Soll eine Spiegelreflexkamera im Schulterbetrieb genutzt werden, kann man sich bei einem der zahlreichen Zubehörhersteller über eine Schulterstütze informieren. Schulterstützen gibt es in verschiedensten Ausführungen und lassen sich über Verlängerungsstücke auf jede Art von Kamera anpassen. Auch hier kann das geringe Gewicht einer HDDSLR zu Problemen führen.

---

<sup>48</sup> Boeres, 2008

<sup>49</sup> Canon, o.J. (ca. 2012b)



Um bei schnellen Bewegungen und Gängen mit einer Schulterkamera die Erschütterungen und Bewegungen auszugleichen, ist es wichtig, dass die Kamera perfekt ausbalanciert ist und ein gewisses Gewicht aufweist. Bei Spiegelreflexkameras ist es hier essentiell, durch Gegengewichte oder weiteres Zubehör wie Monitore oder Kompendien eine Gewichtszunahme zu erzielen.

Schärfe ist ein wichtiges Thema, wenn man mit HD-fähige Spiegelreflexkameras wie der 5D Mark III arbeitet. Um bei einem Vollformatsensor und Fotooptiken mit extrem kurzen Schärfeskalen die Chance zu haben die Schärfe zu halten, ist ein Follow Focus von höchster Wichtigkeit. Dieser wird über Stützrohre unter der Kamera aufgesteckt und dann an das Objektiv angeschlossen. Anders als Filmoptiken verfügen Fotooptiken in der Regel nicht über einen festen Zahnkranz am Objektiv. Hier müssen über Klemmringe die Verbindung zwischen Objektiv und Follow Focus hergestellt werden. Im stressigen Drehalltag führt dieser Umstand leicht zu Verzögerungen, da sich die Zahnkränze leicht lösen oder verrutschen. Ein weiterer Punkt, warum ein Follow Focus bei Filmaufnahmen mit HD/SLR-Kameras empfohlen wird, ist die Berührungsempfindlichkeit des Objektivs und der Kamera. Auch hier übertagen sich, aufgrund des geringen Gewichtes, kleinste Erschütterungen auf die Aufnahme. Neben der einwandfreien Bedienung der Schärfe muss natürlich auch die visuelle Kontrolle dieser gewährleistet sein. Der LCD Monitor der Canon ist zu klein und hat eine zu geringe Auflösung<sup>50</sup>, als dass man auf ihm die Schärfe einwandfrei kontrollieren könnte. Auch muss man hier leider auf die Hilfe eines Schärfeassistenten in Form von Peaking verzichten. Abhilfe schafft ein externer Monitor. An den meisten Spiegelreflexkameras lässt sich über mini HDMI ein Videosignal abgreifen, welches problemlos in den Monitor geschickt werden kann. Zu beachten ist, dass Spiegelreflexkameras keine Schraubgewinde für Zubehör eingebaut haben und so nur der Blitzschuh für die Montage von bspw. einem Monitor zur Verfügung steht. Aufgrund des Gewichtes eines Monitors mit angeschlossenem Monitor empfiehlt es sich diesen nicht über den Blitzschuh zu montieren, sondern die Kamera mit mehr Anschlüssen auszustatten. Für diesen Zweck gibt es sogenannte „Cage“ Systeme, die um die Kamera herumgebaut werden. Sie rüsten mehrere 1/4 und 3/8 Zoll nach und geben dem Fotoapparat zusätzliches Gewicht und Griffigkeit.

Eingebaute ND-Filter sucht man in Spiegelreflexkameras vergebens. Sollte man also in die Situation kommen, dass man das einfallende Licht minimieren möchte ohne die Blende zu schließen, so ist man auf die Verwendung eines Kompendiums angewiesen.

---

<sup>50</sup> Canon, o.J. (ca. 2012b)

Dieses wird häufig auf die Stützrohre aufgeschoben und schließt an der Optik ab. Es sind auch Steckvarianten verfügbar, die auf das Objektiv aufgesteckt werden.

Für die Aufnahme von Ton verfügt die Canon EOS 5D Mark III über ein eingebautes Monomikrofon. Der Pegel der Aufnahme kann manuell oder automatisch gesteuert werden. Eine Anzeige des Tonpegels während der Aufnahme ist möglich. Für den Anschluss eines externen Mikrofons steht ein 3,5mm Klinkeneingang in Stereo bereit.

Insgesamt macht die Canon EOS 5D Mark III in der Handhabung den Eindruck, den man von einem Fotoapparat erwartet. Relativ klein und leicht. Für die Aufnahme von bewegt Bildern ist dies nur in bestimmten Situationen von Vorteil. Mit dem richtigen Zubehör lässt sich aber aus der 5D ein fast vollwertiger Camcorder machen. Leider sind das Display und dessen Funktionen sowie die fehlenden Schraubgewinde für Zubehör beim stressigen Drehalltag eine Herausforderung.

### 6.1.2 Sony PMW F-3

Die Abmessungen der Sony PMW-F3 betragen 151 x 189 x 210 mm, und sie erinnert beim ersten Kontakt stark an eine klassische Videokamera. Auch ihr Gewicht von 2,4 Kg unterscheidet sie stark von der kleineren und leichteren Canon 5D Mark III.<sup>51</sup> Der seitliche Hand- und Zoomgriff lässt auf eine Schulterverwendung der Kamera deuten, wofür die F3 im Grundzustand allerdings zu klobig und eckig erscheint. Erst durch die Verwendung einer Schulterstütze, lässt sich die Kamera für den Schulterbetrieb vorbereiten. Leichte Schwenks aus der Hand sind aufgrund des erhöhte Gewichtes und der damit verbundenen Stabilität machbar. Allerdings sollte auch hier bei professionellen Dreharbeiten auf ein stabiles Stativ zurückgegriffen werden.

Für die Beurteilung der Schärfe hat die Kamera ein frei schwenkbares LCD Display mit 640 x 480 Pixel welches in Kombination mit dem eingebauten Farb-Peaking sehr Hilfreich ist. Neben dem LCD Display steht noch ein elektronischer Sucher zur Bildkontrolle bereit. Nichtsdestotrotz wird man auch mit der PMW-F3 in Situationen kommen, in denen ein weiteres Videosignal abgegriffen und zu einem weiteren Monitor geschickt werden muss. Hierfür stehen die HDMI und HDSDI Anschlüsse bereit. Ein Monitor kann problemlos an einem der 1/4 oder 3/8 Zoll Gewinde auf der Kamera montiert werden. Aufgrund der zahlreichen Schraubgewinde ist die Verwendung eines Follow Focus über 15mm Rohre an einer Kamera Basis Platte kein Problem.

---

<sup>51</sup> Vgl. Sony, o.J. (ca. 2012c)

Die Kamera verfügt über zwei eingebaute ND-Filter. Diese werden in Situationen eingeschoben, in denen bei hellen Objekten die Abblendmöglichkeiten nicht ausreichen oder aus stilistischen Gründen nicht abgeblendet werden kann.

Die beiden SxS Speicherkartenslots für die interne Aufzeichnung befinden sich auf der Kamerarückseite neben dem Akku-Fach. Für den Signalaustausch verfügt die PMW-F3 über einen Standard BNC-Anschluss an der Rückseite und zwei Dual Link HD-DSI Ausgänge. Für die externe 4:2:2 Aufzeichnung kann ein Rekorder an eine der beiden HD-DSI Ausgänge oder für die RGB 4:4:4 Aufzeichnung an beide im Dual Link Modus angeschlossen werden.<sup>52</sup>

Für die Audioaufnahme bringt die F3 zwei XLR Eingänge an der rechten Kameraseite mit. Diese lassen sich beide über je ein Dreh Rad Pegeln und zwischen manueller und automatischer Steuerung umschalten. Am Handgriff ist ein Mikrofonhalter vorhanden, in den sich viel gängigen Kameramikrofone einspannen lassen.

Die Sony PMW-F3 verfügt über eine große Zahl an Schaltern und Hebeln, welche teilweise auch Benutzerdefiniert belegt werden können. Für die Bedienung der Kamera im Wiedergabemodus sind auf der Kameraoberseite separate Bedienelemente vorhanden.

Insgesamt macht die Sony PMW-F3 einen sehr hochwertigen Eindruck. Sie liegt sicher in der Hand und bringt durch ihr Eigengewicht eine gute Ausgangsbasis für stabilen Handkamerabetrieb mit. Auch fördert ihr Design und die Gewichtsverteilung eine gleichmäßige austarierte Arbeit von der Schulter. Einziges Manko ist der zentriert am Kamerarücken angebrachte Sucher. In den meisten Drehsituationen wird man ihn nicht benutzen bzw. erreichen können. Die guten Anschluss- und Verwendungsmöglichkeiten für unterschiedlichste Zubehöarten lassen keine Wünsche offen. Für jede Drehsituation ist die Kamera in kürzester Zeit mit dem benötigten Equipment ausstattbar.

---

<sup>52</sup> Vgl. Sony, o.J. (ca. 2012b)

## 6.2 Workflow in der Postproduktion

### 6.2.1 Dateiformate und Kompressionen

Als Containerformat bezeichnet man ein Dateiformat, das unterschiedliche Datenformate beinhaltet und für Transportzwecke verwendet wird. Dabei wird im Containerformat festgehalten, wie und in welcher Struktur die Daten geschrieben wurden. Die bekanntesten und verbreitetsten Containerformate sind QuickTime (.mov) von Apple, Audio Video Interleave (.avi) von Microsoft und MP4(.m4v) bzw. MP2(.m2v) der ISO.<sup>53</sup>

Bei der Videoaufzeichnung der 5D Mark III bietet Canon zwei unterschiedliche H.264 Varianten an, welche beide in dem QuickTime-Containerformat geschrieben werden und über 8 bit Farbtiefe und 4:2:0 Farbabtastung verfügen. Es steht eine Interframe basierte (IPB) Aufzeichnung mit ca. 31 Mbit/s, als auch eine ein Intraframe basierte (ALL I) mit ca. 91 Mbit/s zur Verfügung. Die Hauptunterschiede der beiden Codierungen liegen in ihrer maximalen Datenrate und der damit verbundenen Dateigröße sowie Rechenaufwand in der Postproduktion.

Die IPB Aufnahmen weisen eine weitaus geringere Dateigröße auf. Das Verfahren speichert die aufgenommen Bilder so, dass nur die Veränderungen von Bild zu Bild erfasst werden. Die gleichbleibenden Informationen werden aus den vorangegangenen Bildern errechnet. Auf diese Weise lässt sich die Datenrate enorm senken, und der Speicherverbrauch wird minimiert. Im Schnitt ist der Computer allerdings weitaus stärker gefordert, da er die Informationen für jeden neuen Frame aus den vorangegangenen Frames berechnen muss. Je nachdem wie aktuell der Schnittrechner ist, an dem gearbeitet wird, kann die Bearbeitung von Interframematerial zu Problemen im Workflow führen.

ALL I Aufnahmen speichern, einfach gesagt, jedes Einzelbild für sich. Es werden keine Informationen aus vorangegangenen Bildern benötigt. Diese Methode braucht zwar weitaus mehr Speicherplatz als das IPB Verfahren, eignet sich aber weitaus besser für die spätere Bearbeitung des Materials am Schnittrechner. Auf diese Weise hat jeder Frame seine Informationen komplett in sich und kann direkt ausgelesen werden.

Die interne Videoaufzeichnung der Sony PMW-F3 basiert auf Sonys XDCAM EX Workflow mit 8bit Farbtiefe und 4:2:0 Farbabtastung. Hier werden MPEG2 Files mit einer Long-GOP Codierung (Group of Pictures) geschrieben.

---

<sup>53</sup> Vgl. Luszkat, 2011, S. 28

Bei diesem Verfahren wird eine größere Gruppe aus 12 Einzelbildern zusammengefasst und codiert. Die gespeicherten Veränderungen der Bilder beziehen sich sowohl auf vorangegangene, als auch auf nachfolgende Bild. XDCAM EX Files sind mittlerweile etabliert und lassen sich problemlos in gängigen Schnittsystemen bearbeiten.

Verlustfreiere Aufnahmen lassen sich mit Hilfe externen Rekorder über die HD-SDI Ausgänge erreichen. Hier gibt die F3 ein 10bit 4:2:2 Signal aus, welches in unterschiedlichsten Formaten aufnehmen lässt. Über die zusätzliche Softwareoption CBK-RGB01 lassen sich die Dual Link 3G HD-DSI Buchsen freischalten, welche ein unkomprimiertes 4:4:4 RGB Signal ausgibt. In Kombination mit einem 4:4:4 Rekorder lassen sich so auch Signale mit höchstmöglicher Qualität ausspielen und in dem gewünschten Format speichern.

## 6.2.2 Schnitt, Color Correction und Color Grading

Aufgrund der Leistungsfähigkeit der heutigen Schnittsysteme gibt es keine entscheidenden Vorteile eines der beiden Formate für die Postproduktion. Sowohl die H.264 Dateien der Canon als auch die MPEG.2 Files der Sony sind zu den aktuellen Schnittsystemen kompatibel <sup>54</sup>. In früheren Versionen der Schnittsysteme gab es Probleme mit dem H.264 Codec, da während des Liveschnittes permanent mitgerechnet werden muss, um das Videomaterial aufzuschlüsseln. Die Schnittsoftware Premiere von der Firma Adobe unterstützt seit der Version 5.5 den nativen Schnitt von H.264 Material. <sup>55</sup> Auch Apple hat in der neusten Version seiner Schnittsoftware Final Cut diese Unterstützung eingebaut. <sup>56</sup>

Ebenso verhält es sich bei der Color Correction sowie bei dem Color Grading. Adobe bietet eine Color Correction Software namens Speed Grade an, die voll kompatibel zu Premiere ist. Aus diesem Grund lassen sich alle Formate, die in Premiere geschnitten werden auch in Speed Grade importieren und problemlos bearbeiten. Aufgrund der geringen Farbinformationen der beiden Formate mit 8 Bit und 4:2:0 Farbabtastung, sind die Möglichkeiten der Color Correction bzw. des Gradings sehr beschränkt.

---

<sup>54</sup> Vgl. Ozer, 2012

<sup>55</sup> Vgl. Adobe, 2012

<sup>56</sup> Vgl. Web Video Chefs, o.J. (ca. 2012)

Es lassen sich geringe Korrekturen durchführen. Sobald man aber anfängt einzelne Farben zu selektieren und diese in ihrer Intensität zu manipulieren, stoßen die Codecs an ihre Grenzen. Der Codec „bricht auf“, es bilden sich Artefakte und starkes Bildrauschen. Um dieses Problem zu umgehen bietet die Sony F3 die externe Aufzeichnung ihres Signals in ein weitaus weniger komprimiertes Format. Ein 4:4:4 RGB Signal beispielsweise, bietet fast unbegrenzte Möglichkeiten in der späteren Manipulation und Look-Bestimmung.

### 6.2.3 Auswertung für verschiedene Medien

Heutzutage gibt es unterschiedlichste Wege um ein Video zu verbreiten. Neben Kino und Fernsehauswertung, zählt das Internet zweifelsohne zu den populärsten und meist-benutzen Massenmedien unserer Zeit.

Den Weg ins Internet finden die Aufnahmen der beiden Kameras problemlos. Die immer schneller werdenden Internetanschlüsse erlauben mittlerweile das Streamen mehrere hunderte Megabytes großer Videos über Video Plattformen wie Vimeo oder YouTube. Es ist also theoretisch möglich, die Clips direkt aus der Kamera auf ein solches Portal zu laden. Generell bietet sich aber an, ein Video für die Internetverbreitung in einer Schnittsoftware zu komprimieren und auszuspielen. Da es auf solchen Plattformen keinerlei Anforderungen an technische Parameter von Videos gibt, ist es mit beiden Kameras problemlos möglich über die interne Aufzeichnung Content für die Internetverbreitung zu produzieren.

Soll das gedrehte Material über einen Fernsehsender vertrieben werden, so müssen die jeweiligen technischen Anforderungen der einzelnen Sendeanstalten beachtet werden. Sender wie National Geographic, BBC, Discovery Channel, Arte, ORF und das ZDF beispielsweise bestehen in der Regel auf Videomaterial mit mindestens 4:2:2 und 50Mb/s.<sup>57</sup>

Über die interne Aufzeichnung sowohl der Canon 5D Mark III als auch der Sony PMW-F3 lassen sich diese Vorgaben nicht einhalten. Über externe Aufzeichnung lässt sich dieses Problem mit der F3 umgehen. Fernsehsender werden nur in Ausnahmesituationen Material mit niedrigeren technischen Parametern annehmen.

---

<sup>57</sup> Handbuch der HD Produktion, S 145 ff.

Zu beachten ist hierbei, dass sich die Anforderungen der Sender in den meisten Fällen nicht auf das Gesamte Material sondern auf einen prozentualen Anteil beziehen. Zu beachten sind auch die jeweiligen Beschränkungen der Anlieferformate auf das entsprechende Sendeformat.

Eine Auswertung für das Kino ist mit beiden Kameras möglich. Es gibt keine generellen Vorgaben für die Signalqualität eines Videos, das digital im Kino projiziert oder auf Film ausbelichtet werden soll. In den letzten Jahren sind unzählige Filme auf den Markt gekommen, die sowohl ganz oder zu großen Teilen mit HD-fähigen Spiegelreflexkameras bzw. mit Single Large Sensor Camcordern gedreht wurden.

## 7 Einsatzgebiete

### 7.1 HD-fähige Spiegelreflexkameras

#### 7.1.1 Gründe für den Einsatz HD-fähiger Spiegelreflexkameras

Einer der Hauptvorteile der HD-fähigen Spiegelreflexkameras ist ihre Größe und ihr Gewicht. Diese Umstände führten dazu, dass im Jahre 2010 der Kameramann Gale Tattersal sich in der erfolgreichen amerikanischen Arzt-Serie "Dr. House" dafür entschied, mit der Canon EOS 5D Mark II für das Final der sechsten Staffel zu drehen.<sup>58</sup> Es war der erste Einsatz dieser Kameratechnik bei einer renommierten High-Budget Fernsehserie. Weil die Folge in einem zusammengestürzten Gebäude spielt, sahen die Produzenten keine Chance mit den üblichen 35mm Kameras arbeiten zu können. Aus diesem Grund wurde die kleine Canon EOS 5D Mark II mit Standard Canon EF-Optiken verwendet.<sup>59</sup> Der Kameramann Shane Hurlbut drehte 2011 den Kriegsfilm „Act of Valor“ fast ausschließlich auf Canon Spiegelreflexkameras. Um beispielsweise die subjektiven Einstellungen der Soldaten während einer Kampfszene zu drehen, wurde eine 5D Mark II an dem Helm der Schauspieler befestigt, zu sehen in Abbildung 14. Aufgrund des geringen Gewichtes wurden diese nicht in ihrem Spiel beeinträchtigt und es konnten eindrucksvolle Bilder aufgenommen werden.<sup>60</sup> Mit den üblichen analogen wie auch digitalen Filmkameras wäre solch eine Einstellung unmöglich gewesen. In „Act of Valor“ wurden die Kameras aber nicht nur wegen ihres geringen Gewichtes und der Größe verwendet. Der, im Vergleich zu traditioneller Kameratechnik, geringere Preis erlaubte es die Kameras in unkontrollierbare Situationen zu bringen. So wurde eine 5D Mark II aus einem fliegenden Helikopter geworfen um den subjektiven Blick eines ins Wasser fallenden Soldaten einzufangen. Die Crew ging davon aus, dass die Kamera bei dem Tauchgang zerstört würde, die robuste CF-Karte konnte aber wie erwartet ausgelesen werden.<sup>61</sup> In diesem Fall machte der geringe Preis der Kamera eine solche Einstellung möglich. Auch die vermehrte Verwendung von Spiegelreflexkameras als sogenannte "Crash-Cam", zählt zu beliebten Einsatzgebieten bei größeren Produktionen.

---

<sup>58</sup> Vgl. Wilt, 2010

<sup>59</sup> Vgl. Laforet, 2010

<sup>60</sup> Vgl. Hurlbut, 2012

<sup>61</sup> Vgl. McColester, 2012





Abbildung 29: Shane Hurlbut (links) am Set von "Act of Valor"<sup>62</sup>

In dem Film „Iron Man 2“ verwendete Kameramann Matthew Libatique mehrere Canon Spiegelreflexkameras für die Innen und Außenaufnahmen des Autorennens. Mit Hilfe von Saugnäpfen konnten die Kameras in allen erdenkbaren Positionen angebracht werden. Aufgrund der geringen Größe konnte sehr effizient und schnell gearbeitet werden. Es wurden bis zu 5 Kameras gleichzeitig an einem Auto verwendet<sup>63</sup>. Auch wurden einige Kameras von den Autos überfahren gelassen um ungewöhnliche Kamerapositionen zu ermöglichen<sup>64</sup>. Wenige Jahre später benutzte Libatique die Spiegelreflexkameras erneut bei dem Film "Black Swan" von Regisseur Darren Aronofsky. Hier kommt die Kamera während einer Fahrt in einer U-Bahn zum Einsatz. Zu den Platzproblemen in einer öffentlichen U-Bahn kam der Umstand, dass Libatique in einem möglichst kleinen Team drehen wollte um wenig Aufsehen zu erregen und Spontaneität sowie Flexibilität zu bewahren. Alle seine Ansprüche konnten von der 5D Mark II erfüllt werden. Ihre hohe Lichtempfindlichkeit erlaubte das Beleuchten der Szenen ausschließlich mit kleinen LED-Panels<sup>65</sup>. In Dokumentarfilmen oder Reportagen ermöglichen die Kameras ungewöhnte Freiheiten im Bezug auf Auffälligkeit und Einschüchterung.

---

<sup>62</sup> Hurlbut, 2012

<sup>63</sup> Vgl. Carnathan, 2011

<sup>64</sup> Vgl. Business Insider, Inc., 2011

<sup>65</sup> Vgl. Pizello, 2011

Kaum jemand geht davon aus, dass gefilmt wird wenn er eine Spiegelreflexkamera sieht. Auf diese Weise lassen sich Aufnahmen an Orten realisieren, an denen man mit einer herkömmlichen Videokamera stören und auffallen würde. Für Interview-Gäste ist eine DSLR nicht so einschüchternd wie eine große Kamera. Besonders bei Akteuren ohne Kamera und Interviewerfahrung, kann die Aufnahme mit Spiegelreflexkameras zu natürlicheren und wirkungsvolleren Aussagen führen.

Ein weiterer Vorteil der HD-fähigen Spiegelreflexkameras besteht in ihrer Kompaktheit und der Möglichkeit, unter Einschränkungen, ohne jegliches Zubehör qualitativ sehr hochwertige Aufnahmen realisieren zu können. Ein Videojournalist oder Dokumentarfilmer beispielsweise hat heutzutage die Möglichkeit mit extrem wenig Equipment Content im "Film Look" zu erzeugen. Eine HD-fähige Spiegelreflexkamera, ein Objektiv und ein Einbeinstativ sind dabei alles, was benötigt und problemlos alleine transportiert werden kann. Diese Tatsache ermöglicht völlig neue Möglichkeiten im Bezug auf Flexibilität, Transportkosten und Aktualität.

### 7.1.2 Gründe gegen den Einsatz HD-fähiger Spiegelreflexkameras

*"Zwei Personen, die minimal versetzt nebeneinander stehen, mit einer Blende von F2.8 und einer 50er-Brennweite bei einer Distanz von einem Meter bedeutet: sechs Zentimeter Tiefenschärfe – das heißt: eine von beiden wird mit ziemlicher Sicherheit unscharf sein, denn Menschen neigen dazu, sich zu bewegen."*<sup>66</sup>

Die geringe Tiefenschärfe der DSLR-Kameras können leicht Probleme im Drehalltag mit sich bringen. Aufgrund der kurzen Schärfeskalen auf Fotoobjektiven ist die genaue Einhaltung der Schärfemarken in vielen Fällen ein Glücksspiel.

*"Ich habe mir bei dem Dreh angewöhnt, nach jeder Szene den ausgesuchten Take auf dem großen HD-Kontrollmonitor anzuschauen. Das ist ein bisschen wie beim Fusselcheck beim Film, nur dass man auch noch die Schärfe kontrollieren kann!"*<sup>67</sup>

---

<sup>66</sup> Stark, 2010, S. 46 f.

<sup>67</sup> Roch, 2012, S. 101

Abhilfe schaffen hier entweder die Verwendung von Filmoptiken, Abblenden oder die Kontrolle des Schärfearbeiters an einem externen HD-Monitor. Von Hand- oder Schulteraufnahmen ist aufgrund des geringen Gewichtes und der Vibrationsübertragung abzuraten, sollten keine Stabilitäts-Systeme oder Schulterstützen zur Verfügung stehen.<sup>68</sup> Die starke Kompression der H.264 codierten .mov Files und die Farbabtastung von 4:2:2 mit 8bit limitieren die Nachbearbeitungsmöglichkeiten der Videos. Von Aufnahmen die später mit CGI-Effekten kombiniert werden sollen wird genauso abgeraten wie von Green oder Blue Screen-Arbeiten. Die geringe Farbauflösung führt schnell zu Bildfehlern bei der Bearbeitung und macht die Aufnahmen unbrauchbar. Die CMOS Sensoren der Spiegelreflexkameras sind aufgrund ihrer starken Anfälligkeit für Rolling Shutter in vielen Situationen praktisch unbrauchbar. Schnelle Schwenks sind genauso eine Gefahrenquelle wie das Blitzlicht von Fotoapparaten, welches zu ungleichmäßiger Belichtung Bildern führt.<sup>69</sup> Im Hinblick auf 3D Aufnahmen verhindert der Rolling Shutter ebenfalls eine erfolgreiche Verwendung von DSLR-Kameras. Bei 3D Spiegelrigs wirkt der Rolling Shutter Effekt in unterschiedliche Richtungen, so dass ein korrektes Übereinanderlegen der beiden Einzelclips für eine fehlerfreie 3D Wahrnehmung nicht gegeben ist.<sup>70</sup> Auf der psychologischen Ebene kann das Drehen mit Fotoapparaten den Nachteil haben, dass man nicht den Anschein einer professionellen Filmproduktion macht. Sind doch die meisten Schauspieler oder Kunden große und imposante Kameras gewohnt. Abhilfe verschafft hier die Verwendung von Zubehörteilen wie die eines Kompendiums. Bei längeren Aufnahmesituationen, wie Interviews und Konzerten, sollte man die beschränkten Aufnahmezeiten der verschiedenen DSLR-Kameras beachten. Mit der Panasonic GH-2 ist es zum Beispiel nur möglich Clips mit einer maximalen Länge von 12 Minuten aufzunehmen. Nach dieser Zeit wird die Aufnahme abgebrochen und muss neu gestartet werden. Ein Aufnahmeverlust ist somit nicht zu umgehen. Ebenfalls sollte im Dauerbetrieb und an Drehorten mit hohen Temperaturen die Überhitzung der Sensoren beachtet werden. Es kann sein, dass die Kamera sich ohne Vorwarnung ausschaltete und erst nach einiger Zeit wieder betriebsbereit ist. Das Rauschen nimmt mit erhöhter Sensortemperatur zu und kann so die Bildqualität mindern.<sup>71</sup>

---

<sup>68</sup> Vgl. Stark, 2010, S. 47

<sup>69</sup> Vgl. Green, o.J. (ca. 2012b)

<sup>70</sup> Vgl. Cole, 2010

<sup>71</sup> Vgl. Koo, 2010, S. 39

Die fehlenden XLR Audioeingänge und die rudimentäre Audiosteuerung der meisten DSL-Kameras machen das Arbeiten in Interviewsituationen kompliziert. Entweder es muss eine separate Aufzeichnung durchgeführt werden, die im Nachhinein mit dem Videomaterial synchronisiert wird oder man bedient sich dem internen Mikrofon.

Zweite Variante sollte nur in Ausnahmesituationen geschehen, da die Qualität des internen Mikrofons keine annehmbaren Ergebnisse liefert.<sup>72</sup>

## **7.2 Single Large Sensor Camcorder**

### **7.2.1 Gründe für den Einsatz von Single Large Sensor Camcordern**

Single Large Sensor Camcorder haben auf Grund ihrer Bauform, die sich in vielen Fällen an klassischen Video Kameras anlehnt, bessere ergonomische Eigenschaften. Ihre größere Fläche und das hohe Eigengewicht machen ein ausbalanciertes Tragen auf der Schulter einfacher als mit DSLR Kameras. Zusätzliches Zubehör lässt sich problemlos an mehreren Gewinden anbringen und macht so eine nachträgliche Gewichtsverlagerung möglich<sup>73</sup>. Aus diesem Grund eignen sich SLS Kameras gut für den Einsatz als Schulterkamera. Sie ermöglichen eine stabile Führung der Kamera und zeichnen sich durch intuitive Bedienung aus. Die intuitive Bedienung der Kameras ist auf ihre strukturierten Menüführung und die große Anzahl an Bedienelementen zurückzuführen. Diese Eigenschaften machen SLS Kameras für Dokumentarfilmer mit Anspruch an cineastische Bilder interessant. So drehte der Kameramann Richard Ladkani die Dokumentation „Gas Monopoly“ auf der Sony PMW-F3 unter anderem aus den genannten Gründen<sup>74</sup>. Wie auch bei DSLR Kameras, ist einer der Hauptgründe für den Einsatz von Single Large Sensor Camcordern die hohe Empfindlichkeit des Sensors sowie die geringe Tiefenschärfe, die mit solch einem Bildwandler möglich ist. Die Kombination aus Flexibilität und dem hochwertigen Look der Bilder, waren für Kameramann Zach Zamboni ausschlaggebend für den Einsatz von Single Large Sensor Camcordern bei der TV Show „No Reservations“.

---

<sup>72</sup> Vgl. Garrison, 2011

<sup>73</sup> Vgl. Ladkani, 2011, S. 22

<sup>74</sup> Vgl. ebd., S. 24

*“You can now finally do a running-gunning, vérité-style TV show completely in Super 35 format. And that’s revolutionary!”<sup>75</sup>*

Der Sensor bietet mit seiner Empfindlichkeit die Möglichkeit auch bei schlechten Lichtbedingungen korrekte Belichtungen zu erhalten. Die im Vergleich zu DSLR Kameras geringen Probleme mit Aliasing und Moiré machen SLS Camcorder interessanter für die Werbeindustrie. Hier werden höchste Ansprüche an Bildqualität und fehlerfreie Wiedergabe von Texturen gesetzt.

Die geringere Anfälligkeit für Rolling Shutter macht zudem die Verwendung in einem Spiegelrig für 3D Aufzeichnungen möglich. So drehte die HFF Potsdam den Kurzfilm “Der Magier“ auf zwei Sony PMW-F3 Kameras.<sup>76</sup> Bei der Einbindung in ein Set mit Anforderungen an die Signalausgabe zu mehreren externen Monitoren eignen sich SLS Camcorder aufgrund ihrer Videoausgänge optimal. Über HD-SDI Verbindungen lassen sich sichere und verlustfreie Signalwege legen, über die zu jeder Zeit ein qualitativ hochwertiges Signal gesendet werden kann. Bei Spielfilmproduktionen und Werbeaufnahmen sind diese Eigenschaften von großem Vorteil. Denn, neben Kamerassistenten und Regisseur, muss in vielen Fällen auch ein Videosignal zu Produzenten oder Kunden gelegt werden. Die Möglichkeiten Signale mit höheren Datenströmen und besserer Farbabtastung über externe Rekorder aufzeichnen zu können ermöglichen den Einsatz bei Projekten, die in der Nachbearbeitung möglichst unkomprimierte Videos für Effekte und Farbmanipulationen benötigen. Ebenso ist es auf diese Weise möglich die Anforderungen an Signale mit 4:2:2 Farbabtastung und 50Mb/s von Sendeanstalten zu gewährleisten. Bei der Dokumentation “Gas Monopoly“ wurde extern auf einen Rekorder von Convergent Design aufgezeichnet, um den fertigen Film für die TV-Auswertung vorzubereiten.<sup>77</sup> In Interview Situationen spielen die Audioanschlüsse und deren Kontrollmöglichkeiten eine große Rolle. Es ist möglich professionelle XLR Mikrofone direkt an die Kamera anzuschließen und sowohl die Kontrolle über Kopfhörer als auch das Pegeln direkt an der Kamera durchzuführen. Aufgrund der Deklaration als Videokamera ist es nicht nötig während längerer Aufnahmen auf die Uhr zu schauen. Die Aufnahmedauer ist nur durch die Akkulaufzeit und Speicherverfügbarkeit beschränkt. Die hochwertige und auf den Einsatz in unterschiedlichsten Terrains angepasste Verarbeitung machen SLS Camcorder den Einsatz unter extremen Bedingungen möglich.

---

<sup>75</sup> Silberg, 2012

<sup>76</sup> Vgl. Dehn, 2011, S.44

<sup>77</sup> Vgl. Ladkani, 2011, S. 23

*“Wir haben im Januar bei minus 15 Grad begonnen, bewegten und kurze Zeit später bei 30 Grad plus durch die Steppe Aserbeidschans, drehten in salziger Meeresluft am Schwarzen Meer , auf wackeligen verstaubten Straßen in der Türkei, es gab nie ein einziges Problem.“<sup>78</sup>*

## **7.2.2 Gründe gegen Einsatz von Single Large Sensor Camcordern**

Es gibt Situationen, in denen es mit Single Large Sensor Camcorder aufgrund ihrer Größe nicht möglich ist zu filmen. In Autos oder engen Räumen nimmt auch eine Sony PMW-F3 ohne angebrachtes Zubehör relativ viel Platz in Anspruch und schränkt in der Bewegungsfreiheit ein. Ihr Gewicht macht die Befestigung an unkonventionellen Stellen schwierig. Mit einem SLS Camcorder ist man weitaus weniger Flexibel als mit kleineren Kameras. Als “ein Mann Kamerateam” wird eine Reise mit der Sony PMW-F3, auch mit wenig Zubehör, weitaus schwerere und größere Gepäckstücke hervorbringen. Das Stativ beispielsweise, muss höhere Belastungen aushalten und wird somit größer und schwerer.

Um die Möglichkeit zu haben, qualitativ hochwertigere Signale über den Videoausgang aufzunehmen, müssen weitere Zubehöriteile, wie externen Rekorder angemietet werden. Deren Verkabelung kostet Zeit und birgt die Gefahren von Systemausfällen aufgrund nicht gesicherter Stecker Verbindungen.<sup>79</sup>

Für viele Produktionen stellt sich auch die Frage ob sie es sich leisten können, mit SLS Kameras zu drehen. Neben dem höheren Miet- und Anschaffungspreis im Vergleich zu DSLR-Kameras müssen auch die erhöhten Kosten für PL-Objektive und externe Aufzeichnungsgeräte einkalkuliert werden. Der im Vergleich zu DSLR-Kameras hohe Preis wird auch eine gewisse Experimentierfreude im Umgang mit der Kamera unterbinden. Unkonventionelle Einätze wie die von Shane Hurlbut und Matthew Libatique in “Act of Valor” und “Iron Man 2”<sup>80</sup> sind mit SLS Camcorder nicht möglich.

---

<sup>78</sup> Vgl. Ladkani, 2011, S. 25

<sup>79</sup> Vgl. ebd., 2011, S. 23

<sup>80</sup> Siehe 7.1.1 “Gründe für den Einsatz von HD-fähigen digitalen Spiegelreflexkameras”

## 8 Fazit

Eine klare Antwort, welches Kamerasystem das bessere ist, gibt es nicht. HD-fähige Spiegelreflexkameras und Single Large Sensor Camcorder haben bis auf ihren großen Sensor wenig Gemeinsamkeiten. Beide Systeme werden mit unterschiedlichen Ansprüchen entwickelt und sind auf eine bestimmte Zielgruppe zugeschnitten. Bei Spiegelreflexkameras ist die Integration des Film-Modus eine Zusatzfunktion. Auch wenn die Hersteller dieser Kameras erkannt haben, wie groß das Verlangen nach einer Weiterentwicklung dieser Technik ist, so bleiben es doch Fotoapparate und werden auch in Zukunft in erster Linie für diese Zielgruppe optimiert werden. Anhaltspunkt für diese These ist die C300 von Canon. Anstatt die bekannten Aliasing und Moiré Probleme der 5D Mark II in dem Nachfolgemodell der Mark III zu beheben und Funktionen wie einen sauberen Signalausgang für externe Aufzeichnungen einzubauen, wurden diese Features in die Camcorder Produktlinie übernommen. Hätte Canon diese Weiterentwicklungen in die 5D Mark III integriert, so wäre diese im Preis deutlich gestiegen. Eine Preiserhöhung wäre von der Hauptzielgruppe, den professionellen Fotografen, welche besagte Features nicht benötigen, nicht angenommen worden. Single Large Sensor Camcorder hingegen sind für Filmemacher gemacht und werden so konstruiert, dass sie möglichst vielen Anforderungen gerecht werden.

Die Praktischen Testergebnisse zeigen die Schwächen in der Signalverarbeitung der Canon EOS 5D Mark III. Der Sensor muss eine Auflösung von 22,3 Megapixeln auf die eines 1920 x 1080 Bildes herunterrechnen. Offensichtlich gehen bei diesem Vorgang wichtige Informationen verloren und werden falsch gespeichert, resultierend in den beschriebenen Bildfehlern. Die Sony PMW-F3 ist im Bezug auf die Testergebnisse nicht fehlerfrei, jedoch liefert sie durchgehend bessere Ergebnisse. Von einem Sensor dessen Funktion komplett auf die Verarbeitung von bewegt Bildern optimiert wurde, ist dies aber auch zu erwarten. Im Bezug auf den Kontrastumfang kann der Vorgänger der Mark III, die Mark II mit der F3 mithalten. Es ist davon auszugehen, dass Die Mark III ein ähnliches Ergebnis liefert. Allerdings lässt sich mit der Software Option CBK-RGB01 der S-Log Gamma Modus in der F3 freischalten. Dieser Erweitert den Kontrastumfang des Sensors auf 14 Blenden. Eine solche Möglichkeit besteht bei keiner heutigen HDDSLR.

Sehr große Unterschiede der beiden Systeme gibt es im Hinblick auf Ergonomie und die Verwendungsmöglichkeiten von Zubehör. Trotz oder gerade wegen der großen Unterschiede zeigen sich hier entscheidende Vorteile im Bezug auf Einsatzmöglichkeiten und Anpassungsfähigkeit der beiden Kamerasysteme.

Um auf die anfangs gestellte Frage einzugehen, ob eines der Systeme signifikante Unterschiede zu dem anderen aufweist, kann klar mit Ja beantwortet werden. Die Frage, ob eines der beiden Systeme das bessere ist beziehungsweise entscheidende Vorteile aufweist, ist nicht zu beantworten.

Bevor man sich für den Einsatz einer bestimmten Kamera entscheidet, müssen in jedem Fall die projektgebundenen Anforderungen bestimmt werden. Es gibt unzählige Faktoren die entweder den Einsatz von DSLR-Kameras oder SLS-Kameras ermöglichen, erfordern oder ausschließen. Angefangen bei dem Budget über die Dreh-Location bis zu der späteren Nachbearbeitung des Materials und dessen Auswertung. Es wäre deshalb falsch zu sagen, dass aufgrund der Testergebnisse die F3 als überlegenerer Kamera bezeichnet wird. Es gibt Situationen in denen sie bessere Ergebnisse liefert als Die 5D Mark III, genauso wie es Situationen gibt, in denen man den Fotoapparat dem Camcorder vorziehen würde.

Im Ausblick ist mit einer stetigen Weiterentwicklung der beiden Kamerasysteme zu rechnen. Nikon hat gerade die D800 als eine der ersten HD-fähigen Spiegelreflexkameras auf den Markt gebracht, die einen cleanen HDMI Ausgang mitbringt. Canon hat kürzlich die Auflösung in der 1Dx für die Videoaufnahme auf 4K erhöht. Im Bereich der Single Large Sensor Camcorder gibt es neben dem Trend zu 4K Sensoren anscheinend den Bedarf für immer höhere Framezahlen. Die FS700 von Sony beispielsweise zeichnet bis zu 300 fps in Full HD Auflösung auf, für einen Preis unter 7000€. Der Lebenszyklus einer Kamerageneration wird immer kürzer und es ist abzusehen, dass mit dem flächendeckenden Einzug der Global-Shutter Technologie die Rolling Shutter Probleme der HDDSLR-Kameras, aber auch der SLS-Kameras, bald der Vergangenheit angehören werden. Neben den renommierten Kameraherstellern kommen zudem immer mehr kleinere Firmen mit eigenen Kameras auf den Markt, die den großen Herstellern qualitativ und speziell preislich Konkurrenz machen. Die Blackmagic Cinema Camera der Firma Blackmagic beispielsweise weist beeindruckende technische Merkmale auf, ist in der Lage RAW-Video aufzuzeichnen und hat einen Listenpreis von gerade einmal ca. 2500€. Dieser Wandel in der Kameralandschaft macht es nun endlich auch Studenten, Low-Budget Filmemachern und kleineren Produktionsgesellschaften möglich, hochwertige cineastische Filme zu produzieren. Im Angesicht der Demokratisierung der Filmtechnik gilt es aber eines nicht zu vergessen, auch das beste Kameraequipment macht aus einer schlechten Geschichte keinen guten Film.



# Quellenverzeichnis

## Literarische Quellen

**DEHN**, Peter (2011): „Magie und Wissenschaft“. In: Film & TV Kameramann. Produktion und Postproduktion in Film, TV und Video. 9/2012. München, (I. Weber Verlag). 42-45.

**FISCHER**, Walter (2009): Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis. MPEG-Basisbandcodierung, DVB-, DAB-, ATSC-, ISDB-T-Übertragungstechnik, Messtechnik. 2. Auflage. Berlin Heidelberg, (Springer-Verlag).

**LADKANI**, Richard (2011): Film & TV Kameramann. Monografie 2. Sony PMW-F3. Getestet unter realen Bedingungen. Nr. 2 Juni 2011. München, (I. Weber Verlag).

**LUSZNAT**, Hans-Albrecht (2011): Film & TV Kameramann. Monografie 1. DSLR-Kameras für Filmer. Nr. 1 April 2011. München, (I. Weber Verlag).

**MEDIENBILDUNGSGESELLSCHAFT** Babelsberg (2009): Handbuch der HD-Produktion. 2. Auflage. Berlin, (Schiele & Schön Verlag).

**MONACO**, James (2006): Film Verstehen. Kunst, Technik, Sprache, Geschichte und Theorie des Films und der Medien. Mit einer Einführung in Multimedia. 7. Auflage. Reinbek bei Hamburg, (Rowohlt Taschenbuch Verlag).

**ROCH**, Antoine (2012): „Fotodreh fürs Kino“. In: Film & TV Kameramann. Produktion und Postproduktion in Film, TV und Video. 3/2012. München, (I. Weber Verlag). 100-101.

**SCHMIDT**, Ulrich (2008): Digitale Film- und Videotechnik. 2. Auflage. München, (Carl Hanser Verlag).

**SCHMIDT**, Ulrich (2009): Professionelle Videotechnik. Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, Geräte- und Studioteknik in SD, HD, DI, 3D. 5., aktualisierte und erweiterte Auflage. Heidelberg, (Springer-Verlag).

**STARK**, Jakob (2010): „Schöne Bilder, aber nicht ohne Risiko“. In: Film & TV Kameramann. Produktion und Postproduktion in Film, TV und Video. 7/2010. München, (I. Weber Verlag). 46-47.

## Internetquellen

**ADOBE** (2012): Adobe Creative Suite family / CS6 Production Premium / DSLR video editing for video professionals.

URL: <http://www.adobe.com/products/creativesuite/production/dslr/video.html> [Stand 04.07.2012].

**ALLARY FILM**, TV & Media (o.J., ca. 2011): Mattebox.

URL: <http://www.movie-college.de/filmschule/kamera/mattebox.htm> [Stand 24.05.2012].

**BLOOM**, Philip (2012): Review of the Canon 5DmkIII now with full video review footage.

URL: <http://philipbloom.net/2012/04/09/5dmk3/> [21.06.2012].

**BOERES**, Yvan (2008): Testbericht. Canon EOS 5D Mark II.

URL: [http://www.digitalkamera.de/Testbericht/Canon\\_EOS\\_5D\\_Mark\\_II/5463.aspx](http://www.digitalkamera.de/Testbericht/Canon_EOS_5D_Mark_II/5463.aspx) [Stand 21.06.2012].

**BUSINESS INSIDER** (2011): Canon's 5D Mark II Invades Hollywood.

URL: [http://articles.businessinsider.com/2011-08-25/tech/30042550\\_1\\_captain-america-dslr-cameras](http://articles.businessinsider.com/2011-08-25/tech/30042550_1_captain-america-dslr-cameras) [Stand 14.07.2012].

**CANON** (2011): EOS C300/C300 PL.

URL: [http://www.canon.de/About\\_Us/Press\\_Centre/Product\\_Information/Digital\\_Cinema/eos\\_c300\\_and\\_c300\\_pl.aspx](http://www.canon.de/About_Us/Press_Centre/Product_Information/Digital_Cinema/eos_c300_and_c300_pl.aspx) [Stand 02.07.2012].

**CANON** (o.J., ca. 2012a): Canon EOS 5D Mark III.

URL: [http://www.canon.de/For\\_Home/Product\\_Finder/Cameras/Digital\\_SLR/EOS\\_5D\\_Mark\\_III/](http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/EOS_5D_Mark_III/) [Stand 15.06.2012].

**CANON** (o.J., ca. 2012b): Canon EOS 5D Mark III. Übersicht.

URL: [http://www.canon.de/For\\_Home/Product\\_Finder/Cameras/Digital\\_SLR/EOS\\_5D\\_Mark\\_III/](http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/EOS_5D_Mark_III/) [Stand 21.06.2012].

**CARNATHAN**, Bryan (2011): Canon 5D Mark II DSLR Shows its Mettle During Production of Iron Man 2.

URL: <http://www.the-digital-picture.com/Press-Release/Canon-EOS-5D-Mark-II-DSLR-Iron-Man-2.aspx> [Stand 14.07.2012].

**CHANNELUNIT** (2011): Test: Sony PMW-F3. Digitaler S35 Kinoeinstieg.

URL: <http://www.slashcam.de/artikel/Test/Sony-PMW-F3---digitaler-S35-Kinoeinstieg--alles-.html> [Stand 02.06.2012].

**CHANNELUNIT** (2009a): Test: Canon EOS 5D MK2: Lowlight-Schärfe-Ass mit Zwangsjacke.

URL: <http://www.slashcam.de/artikel/Test/CANON-EOS-5D-MK2--Lowlight-Schaerfe-Ass-mit-Zwangsjacke.html> [Stand 14.04.2012].

**CHANNELUNIT** (2009b): Test: 1) Canon EOS 7D. Die derzeit beste Video-DSLR-Cam? URL: <http://www.slashcam.de/artikel/Test/1--Canon-EOS-7D---die-derzeit-beste-Video-DSLR-CAM-----alles-.html> [Stand 14.04.2012].

**COLE**, David (2010): The Pro 3D DSLR. An Interview with David Cole.

URL: <http://www.eoshd.com/content/336/the-pro-3d-dslr-interview-with-david-cole> [Stand 14.07.2012].

**FILMDAILIES** (2005): Arri's new HD cam – Arriflex D-20.

URL: <http://www.filmdailies.com/archives/arri-arriflex-d20/> [29.04.12].

**GARRISON**, Kerry (2011): Why DSLR Audio Recording Sucks and What to do about it.

URL: <http://cameradojo.com/2011/09/28/why-dslr-audio-recording-sucks-and-what-to-do-about-it/> [Stand 14.07.2012].

**GREEN**, Barry (o.J., ca. 2012a): Aliasing.

URL: <http://www.dvxuser.com/articles/article.php/20> [Stand 01.05.2012].

**GREEN**, Barry (o.J., ca. 2012b): Sensor Artifacts and CMOS Rolling Shutter.

URL: <http://dvxuser.com/jason/CMOS-CCD/> [Stand 14.07.2012].

**HD-CAMCORDER VERGLEICHSDATENBANK** (2012): Sony NEX-FS100.

URL: <http://www.camcorder-test.com/camcorder-e5eb10608d63e2622e50a554b7a8c114.html> [Stand 02.07.2012].

**HESSLER**, B.; **LUDWIG**, M. (2010): Extrem empfindlich.

URL: [http://www.chip.de/artikel/Nikon-D3s-DSLR-ueber-1.000-Euro-Test\\_44515621.html](http://www.chip.de/artikel/Nikon-D3s-DSLR-ueber-1.000-Euro-Test_44515621.html) [Stand 01.07.2012].

**HURLBUT**, Shane (2012): Act of Valor: Reinventing the Action Genre.

URL: <http://www.hurlbutvisuals.com/blog/2012/02/act-of-valor-reinventing-the-action-genre/> [Stand 14.07.2012].

**JANSSEN**, Jan-Keno (o.J., ca. 2006): Rollentausch. Zelluloid ade, hier kommt HD.  
URL: <http://www.chzwickych/digitale%20Projektion.html> [Stand 14.07.2012].

**KOO**, Ryan (2010): The DSLR Cinematography Guide.  
URL: <http://nofilmschool.com/dslr/overheating/> [Stand 29.06.2012].

**LAFORET**, Vincent (2010): House Season Finale Tinight – Shot entirely on Canon 5D MKII.  
Url: <http://blog.vincentlaforet.com/2010/05/17/house-season-finale-shot-entirely-on-canon-5d-mkii/> [Stand 14.07.2012].

**LAFORET**, Vincent (o.J., ca. 2011): Cine Lenses.  
URL: <http://blog.vincentlaforet.com/mygear/lenses/cine-lenses/> am [Stand 26.06.2012].

**LUDWIG**, Michael (2011): Das Foto-Video-System.  
URL: [http://www.chip.de/artikel/Panasonic-Lumix\\_DMC-GH2-Systemkamera-Test\\_44595924.html](http://www.chip.de/artikel/Panasonic-Lumix_DMC-GH2-Systemkamera-Test_44595924.html) [Stand 28.04.2012].

**MC COLLESTER**, Hamish (2012): „Act of Valor“. Leap of Faith.  
URL: <http://blog.planet5d.com/2012/02/act-of-valor-leap-of-faith/> [Stand 14.07.2012].

**OZER**, Jan (2012): Benchmark Tests: Adobe Premiere Pro CS6 vs. Apple Final Cut Pro X.  
URL: <http://www.streamingmedia.com/Producer/Articles/ReadArticle.aspx?ArticleID=83582> [Stand 04.07.2012].

**PIZELLO**, Stephen (2011): Black Swan. Matthew Libatique, ASC. Interview on American Cinematographer.  
URL: <http://www.alexandrosmaragos.com/2010/12/black-swan-canon-7d.html> [Stand 14.07.2012].

**PROFESSIONAL** Production (2012): Inhouse-Präsentationen mit PS-Cam X35.  
URL: <http://www.professional-production.de/veranstaltungen/einzelansicht/datum/2012/06/19/inhouse-praesentationen-mit-ps-cam-x35/> [Stand 28.06.2012].

**SHIPSIDES**, Andy (2011): AbelCine Tests the Sony F3 ISO Rating.  
URL: <http://blog.abelcine.com/2011/03/11/abelcine-tests-the-sony-f3-iso-rating/> [Stand 20.06.2012].

**SILBERG**, Jon (2012): The Travel Channel on Location: 'No Reservations' with Sony's F3.  
URL: <http://www.creativeplanetnetwork.com/node/16733> [Stand 14.7.2012].

**SONY** (o.J., ca. 2011): CBK-RGB01. Softwareaktualisierung für die High-End-Kinoproduktion.

URL: <http://www.sony.de/biz/product/optionboardsmodules/cbk-rgb01/overview> [Stand 03.06.2012].

**SONY** (o.J., ca. 2012a): PMWF3K/RGB.

URL: <http://pro.sony.com/bbsc/ssr/product-PMWF3K/RGB/> [Stand 02.06.2012].

**SONY** (o.J., ca. 2012b): PMW-F3K. Leistungsmerkmale.

URL: <http://www.sony.de/biz/product/xdcamcamcorders/pmw-f3k/features> [Stand 22.06.2012].

**SONY** (o.J., ca. 2012c): PMW-F3K. Technische Daten.

URL: <http://www.sony.de/biz/product/xdcamcamcorders/pmw-f3k/technicalspecs> [Stand 02.06.2012].

**TONEART KAMERAVERLEIH** (o.J., ca. 2012): Sony SCL-Z18X140. Äußerst leistungsstarkes Zoomobjektiv für die PMW-F3.

URL: <http://www.kameraverleih-deutschland.de/dynasite.cfm?dsmid=112076> [Stand 02.06.2012].

**WEB VIDEO CHEFS** (o.J., ca. 2012): FCP X and DSLR Video Workflow.

URL: <http://unitedbyphotography.com/ubp/300/fcp-x-and-dslr-video-workflow/> [Stand 04.07.2012].

**WEISS**, Steve (2011): The great Camera Shootout 2011. Min 00:07:05.

URL: <http://www.zacuto.com/the-great-camera-shootout-2011/episode-one> [Stand 14.07.2012].

**WILT**, Adam (2010): HD SLR Revolution: Gale Tattersal Talks about „House“.

URL: [http://provideocoalition.com/index.php/awilt/story/tattersal\\_talks/](http://provideocoalition.com/index.php/awilt/story/tattersal_talks/) [Stand 14.07.2012].

## Abbildungsquellen

Abbildung 1: **GALT**, John (2010): The Truth about 2K, 4K and the Future of Pixels.  
URL: <http://magazine.creativecow.net/article/the-truth-about-2k-4k-and-the-future-of-pixels> [Stand 29.06.2012].

Abbildung 2: **ZEISS** (o.J., ca. 2006): 3-CCD camera.  
URL: <http://magazine.creativecow.net/article/the-truth-about-2k-4k-and-the-future-of-pixels> [Stand 10.07.12.2012].

Abbildung 3: **CVP** (2010): Image sensor sizes & crop factors.  
URL: <http://www.creativevideo.co.uk/index.php?t=helpCentre/page/39/image+sensor+size+comparison> [Stand 10.07.2012].

Abbildung 4: **GREEN**, Barry (o.J., ca. 2012a): Aliasing.  
URL: <http://www.dvxuser.com/articles/article.php/20> [Stand 01.05.2012].

Abbildung 5: **GREEN**, Barry (o.J., ca. 2012a): Aliasing.  
URL: <http://www.dvxuser.com/articles/article.php/20> [Stand 01.05.2012].

Abbildung 6: **NIKON EUROPE** (2004): Was ist Moiré.  
URL: [https://nikoneurope-fr.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/9559/~was-ist-moir%E3%A9%3F](https://nikoneurope-fr.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/9559/~was-ist-moir%E3%A9%3F) [Stand 02.05.2012].

Abbildung 7: **GEEKTYRANT** (2010): David Fincher's The Social Network to be first Film Projected in 4K.  
URL: <http://geektyrant.com/news/2010/4/15/david-finchers-the-social-network-to-be-first-film-projected.html> [Stand 14.07.2012].

Abbildung 8: **THE EVERGREEN STATE COLLAGE** (2011): Chroma subsampling.  
URL: [http://wikis.evergreen.edu/computing/index.php/File:Chroma\\_subsampling.jpg](http://wikis.evergreen.edu/computing/index.php/File:Chroma_subsampling.jpg) [Stand 19.07.2012].

Abbildung 9: **SEXTON**, Colby  
URL: [http://youshouldhirecolby.com/?page\\_id=30](http://youshouldhirecolby.com/?page_id=30) [Stand 19.07.2012].

Abbildung 10: **SEKONIC** (2011): L-758Cine DigitalMaster.  
URL: [http://youshouldhirecolby.com/?page\\_id=30](http://youshouldhirecolby.com/?page_id=30) [Stand 19.07.2012].

Abbildung 12: **smtnet** (2009): Leader LV5330.  
URL: <http://www.smtnet.com/media/images/076.jpg> [Stand 19.07.2012].

Abbildung 13: **DSC-LABS** (2011): Catalogue

Abbildung 14: **SIMILAAAR** (2011): Flaas Picture Styles: The long explanation.

URL: [http://www.similaar.com/foto/flaat-picture-styles/others/abelcine\\_lut.jpg](http://www.similaar.com/foto/flaat-picture-styles/others/abelcine_lut.jpg) [Stand 14.07.2012].

Abbildung 29: **HURLBUT** (2012): „Act of Valor“ - Leap of Faith.

URL: <http://blog.planet5d.com/2012/02/act-of-valor-leap-of-faith/> [Stand 15.07.2012].

## **Eigenständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Ort, Datum

Vorname Nachname